

Grado Universitario en Ingeniería en Tecnologías Industriales
2017-2018

Trabajo Fin de Grado

“Aprovechamiento de la energía no convencional”

Natalia Enríquez Dutrús

Tutor

Néstor García Hernando

Leganés, 2018



Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons
Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada

RESUMEN

En este trabajo se estudiará la posibilidad de llevar a cabo un proyecto que cumpla con tres de los temas con más preocupaciones y expectativas a día de hoy en España, que son: el ejercicio físico ya sea por salud o estética, la tecnología y el cuidado del medio ambiente.

Se buscará la unión de estos tres pilares para alcanzar un objetivo común que cumpla con las expectativas creadas en cada uno de los sectores solventando y ayudando a la sociedad en la búsqueda de soluciones en ciertos aspectos relacionados con ellos, especialmente el tema del medio ambiente y la contaminación.

Para ello centraremos el estudio en un gimnasio ya existente en el barrio de Chamberí en la capital española, Madrid. Más concretamente será el “Fit Up”, un nuevo gimnasio *low-cost* cuyo reciente éxito entre los centros de la misma índole de la zona es indudable. A pesar de ser un gimnasio de no muy grandes dimensiones cuenta con una vasta clientela muy variada tanto en edad, como en sexo y etnia.

Aprovechando la corriente del “fitness” que tanto preocupa en el país, y los avances tecnológicos, se va a buscar un remedio que ayude a solventar parcialmente el problema del medio ambiente cuyos efectos cada vez más notables están afectando negativamente al planeta.

Este proyecto consiste en estudiar la posibilidad de transformar en electricidad la energía generada mientras se hace deporte, especialmente en las bicicletas de la actividad de *spinning* del gimnasio “Fit Up” de Madrid. De esta manera no sólo se estará creando una nueva forma de energía renovable más cómoda y al alcance de todos los ciudadanos, sino que el propio gimnasio puede llegar a adquirir beneficios con esta nueva tecnología.

AGRADECIMIENTOS

*“Lo mejor del futuro es que algún día llega”
Abraham Lincoln.*

Gracias de todo corazón a las personas que me sufren, me apoyan y creen en mí.

A mi familia, que son mi energía y confianza para que consiga todo lo que me proponga.

*A Fernando, además de proporcionar información del Fit-Up de Chamberí,
por quererme como lo hace y ser mi fan número uno a tiempo completo, eres mi hogar.*

*A la ilustradora y madrina Carmen Dutrús por dar esas
pinceladas de inocencia y color a todo lo que toca.*

A mis amigas y amigos por siempre estar.

Y a Néstor García, por haberme animado a afrontar mis ideas y conseguir este resultado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS	13
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. ENERGÍA	17
2.1. FUENTES PRIMARIAS DE ENERGÍA	17
2.1.1 Fuentes primarias convencionales	17
2.1.2 Fuentes primarias no convencionales	18
2.2. FUENTES SECUNDARIAS DE ENERGÍA	22
2.2.1 Carbón	22
2.2.2 Petróleo	22
2.2.3 Gas natural	23
3. UNIDADES DE ENERGÍA	26
3.1. POTENCIA ELÉCTRICA	26
3.2. POTENCIA MECÁNICA	27
3.2.1 Resistencia	28
3.2.2 Cadencia	28
3.2.3 Potencia	30
4. TRANSFORMAR LA ENERGÍA	32
4.1. GENERADORES.....	32
4.2. TIPOS DE GENERADORES.....	32
4.2.1 Corriente alterna – CA	32
4.2.2 Corriente continua – CC	35
4.2.3 Ejemplo de la dinamo	36
5. RED ELÉCTRICA EN ESPAÑA	37
5.1. SISTEMA ACTUAL.....	37
5.2. MERCADO ELÉCTRICO	39
5.2.1 Normas y leyes al crear tu propia energía y/o venderla	40
6. RENTABILIDAD DEL PROYECTO.....	41
6.1. GASTO ACTUAL.....	41
6.2. GASTO INICIAL PROYECTO	43
6.3. GENERACIÓN CASO PRÁCTICO	44
6.4. AMORTIZACIÓN DEL PROYECTO.....	46
6.5. FIABILIDAD DEL PROYECTO.....	47
7. EJEMPLOS DE CASOS REALES.....	48
7.1. GREEN GYM, EEUU	48
7.2. ROCFIT.....	48
7.3. TECHNOGYM, CONGRESBURY	48
8. CONCLUSIONES.....	50
8.1. OBJETIVOS CUMPLIDOS.....	50
8.2. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO.....	51
9. BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXO A. GLOSARIO	57

ANEXO B. TABLAS DE DATOS.....	58
ANEXO C. ENCUESTA A USUARIOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de instalaciones de Tecnologías Renovables: eólica, hidráulica, solar y de biomasa en España en 20 años. Fuente: CNE	21
Figura 2. Concepto de una “super-red” transcontinental basada en HVDC. Fuente: modificado de Trieb y Müller-Steinhagen, 2007.....	21
Figura 3: Eficiencia de distintas plantas energéticas en la conversión de energía térmica a eléctrica Fuente: National Academy of Sciences, Engineering and Medicine.....	23
Figura 4: Producción anual de las distintas fuentes de energía durante los últimos 16 años. Fuente: OECD	24
Figura 5: Sistema de funcionamiento de las distintas transformaciones de energía a través de una turbina y un generador para la obtención de electricidad. Fuente: las mencionadas en las distintas fuentes de energía	25
Figura 6: Ilustración de la ecuación de la potencia mecánica. Fuente: Definición de	27
Figura 7: Ejemplo de evolución de la resistencia en una hora de sesión de spinig estándar. Fuente: reconocida en el apartado 3.2.1. del estudio	28
Figura 8: Ejemplo de evolución de la cadencia en una hora de sesión de spinning estándar. Fuente: reconocida en el apartado 3.2.2. del estudio	29
Figura 9: Resultado de potencias instantáneas durante los distintos momentos de una clase. Fuente: datos obtenidos de la ecuación y datos anteriores	30
Figura 10: Valores medios de potencia (en W) de una persona entre 20 y 40 años, sexo femenino en una clase estándar de spinning. Fuente: datos experimentales	31
Figura 11: Valores medios de potencia (en W) de una persona entre 40 y 60 años, sexo masculino en una clase estándar de spinning. Fuente: datos experimentales	31
Figura 12: Funcionamiento paso a paso del interior de un generador. Fuente: <i>Basic AC Electrical Generators</i>	34-35
Figura 13: Generación de voltaje de corriente alterna (CA) en función de la posición angular de la bobina.	

Fuente: Klemptner, G. y Kerszenbaum, I., (2004), *Operation and Maintenance of Large Turbo Generators*, John Wiley & Sons, Inc 35

Figura 14: Dibujo sencillo de las partes básicas de un generador de corriente continua (CC).

Fuente: Alwash, S.M., *D.C. Generators*. Babilonia. Lecture Notes University of Babylon.....36

Figura 15: Corriente continua pura desarrollada por un generador complejo usando múltiples vueltas de alambre y segmentos de conmutador.

Fuente: Klemptner, G. y Kerszenbaum, I., (2004), *Operation and Maintenance of Large Turbo Generators*, John Wiley & Sons, Inc 37

Figura 16: Comparación del suministro total de energía primaria o TPES y la electricidad en España con la media de la IEA, diferenciada entre las distintas fuentes de energía.

Fuente: International Energy Agency (IEA) 39

Figura 17: Generación de electricidad en España dependiendo de los recursos.

Fuente: International Energy Agency (IEA) 39

Figura 18: Evolución del precio medio del mercado diario. Periodo 2012-2018. Y cotización del mercado de futuros de electricidad a 31/08/2018.

Fuente: Epexpot, OMIE, OMIP de 2018..... 40

Figura 19: Resultados de la encuesta de conocimientos y satisfacción al público de la zona del gimnasio Fit Up en Chamberí.

Fuente: datos experimentales..... 50

Figuras sin etiquetar. Realizadas por la ilustradora Carmen Dutrús para el decorado del trabajo.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Intensidad energética y de carbón (2016)

Fuente: International Energy Agency (IEA) 37

Tabla 2: Tiempo necesario para abastecer el consumo de los dispositivos eléctricos del local con 1 hora de pedaleo estándar en una sola bicicleta con la tecnología en estudio.

Fuente: Cálculos previos 47

1. INTRODUCCIÓN



“La energía no se crea ni se destruye, simplemente se transforma” según dicta la Primera Ley de la Termodinámica acerca de la conservación de la energía.

El ser humano ha sabido sacar provecho de este fenómeno natural para generar el esfuerzo necesario para el correcto funcionamiento de industrias, maquinaria y transporte. Ya sea extrayendo energía de elementos naturales como en las energías renovables, de elementos químicos ejerciendo de fuentes de energía no convencionales o usando la energía mecánica producida por el ser humano.

Estos métodos de transformación llevan persistiendo y ayudando en el día a día de la evolución humana desde tiempos inmemorables. Ya en la Prehistoria (4.500-3.300 a.C.) los “Homo Erectus” usaban la energía de la biomasa y la transformaban en calor a la hora de quemar troncos o ramas para hacer una hoguera.

La energía humana con la única inversión de la alimentación, la cual será directamente proporcional con la capacidad de energía que obtenga cada persona, resulta ser la más sencilla de obtener y sin embargo la menos estudiada. Esto se debe a la comodidad que busca la sociedad del siglo XXI, “la ley del mínimo esfuerzo” poniendo como mejor incentivo para unirse a esta “ley” el precio del dinero.

Es sorprendente cómo atraen los temas ecológicos, la salud del planeta Tierra, las energías renovables, el bienestar de los animales y la salud propia; pero a la hora de actuar nos dejamos llevar por lo cómodo, lo fácil y lo rápido. Si das a elegir a un grupo de personas elegidas al azar entre una docena de huevos industriales o una docena de huevos de granja, sabiendo que estos últimos ayudarán a reducir el maltrato que sufren los animales, pero son más caros y difíciles de encontrar que los industriales, da igual lo concienciada que pueda estar la población que en la gran mayoría de las elecciones saldría ganadora la docena de huevos industriales.

Bien es cierto que, siendo muy conscientes de esta dejadez humana debida en gran parte a la industrialización y avances tecnológicos, se ha intentado enderezar gracias a una corriente de tendencias la cual exalta y alaba el culto al cuerpo, conocida a nivel mundial por el nombre de “fitness”. Busca la salud física dentro del día a día rutinario y de las comodidades tecnológicas e industriales que nos acompañan continuamente.

Siguiendo el consejo de los expertos, la forma de conseguir esta ansiada figura es siguiendo una dieta sana y realizando ejercicio regularmente. La comodidad cada vez más característica del ser humano ha llevado a muchos errores y estafas con vías rápidas y fáciles para lograr el resultado en un tiempo menor, como son las dietas tan estrictas que dejan de ser tan sanas o probar “dietas milagro” que nunca surgen efecto.

Los profesionales de este sector han sabido aprovechar esta oportunidad, creando un centro enfocado al cliente, aumentando las inversiones, horarios, diversidad de actividades impartidas y ayudas para conseguir los objetivos de cada persona.

Debido a ello los negocios dedicados al cuerpo humano o gimnasios han experimentado un auge de vértigo en la última década facturando 2.171 millones en España en 2016. Según el informe “European Health & Fitness Market Report 2017” que elabora Deloitte, ya sea por salud o estética, más de cinco millones de personas en España forman parte de la clientela de este tipo de centros. Colocando a España en el Top-5 europeo de número de abonados a gimnasios, el cual ha crecido en el último año en un 2.4%.

Una de las razones de este crecimiento se debe a la aparición de nuevos gimnasios “low-cost” gracias a los cuales puedes disfrutar de los servicios necesarios por unos escasos 20 euros al mes más IVA. De los 246 centros de esta índole, el 55% de los ingresos se centran en cinco franquicias específicas.

Con la idea de no malinterpretar información basándonos en los datos extraídos por gimnasios con medidas, ingresos y clientes desmesuradamente grandes o, por el contrario, aquellos que son más familiares con escasa clientela y medidas e ingresos más pobres; en este estudio vamos a escoger un gimnasio que pertenece al 30% de gimnasios con factores más estándares que los previamente mencionados.

En este caso el centro está localizado en la capital del país, Madrid, perteneciente al barrio de Chamberí con una media aproximada de 3.200 clientes al mes durante todo el año, teniendo en cuenta los meses con más bajas como son los de verano especialmente julio y agosto, con los de más altas en número de clientes encontrando los máximos en septiembre y enero.

Juntaremos las tres imprescindibles tendencias de este siglo XXI en este estudio: la tecnología, el medioambiente y el ejercicio físico.

La idea a desarrollar se basa en el artículo 14 de la Constitución Vigente de la República en la cual se promueve el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado como garantías de sostenibilidad y el buen vivir de nuestra población, para lo que además promueve entre el sector público y privado “el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto” establecido en el artículo 15.

En este caso consiste en utilizar la energía mecánica que produce el cuerpo humano sobre una máquina de un centro de gimnasia, en este caso será una bicicleta estática de la clase de *spinning*, teniendo en cuenta la opinión del Ingeniero Industrial Andrés Cabezas quién apoyó la idea del uso de una bicicleta estática para una realización y adaptación más cómoda de este estudio. Aunque es bien sabido que se podría aplicar a cualquier máquina que provoque un movimiento a través del ejercicio físico, es decir, todas las que contenga un gimnasio. Esta energía será transformada en energía eléctrica, de tal manera que la electricidad producida pueda reusarse en el propio centro o donada a causas beneficiosas ajenas a él.

Este proyecto encontrará muchas barreras por el camino especialmente a la hora de crear su propia electricidad o, lo que es peor, venderla, ya que el mercado de electricidad en España tiene unas leyes y normas muy fijas.

El objetivo de una victoriosa investigación será si la inversión que se realice para adaptar el centro con estas tecnologías con el fin de satisfacer los requerimientos del proyecto, se recupera y se obtienen beneficios en un periodo de tiempo. A parte de satisfacer a los clientes, objetivo principal de un gimnasio en la época en la que vivimos.

2. ENERGÍA



Según la Real Academia de la Lengua, “la energía consiste en la capacidad que posee un cuerpo para realizar una acción o trabajo, o producir un cambio o una transformación, que es manifestada cuando pasa de un cuerpo a otro” [1].

El ser humano ha conseguido recuperar esa energía de ciertos recursos naturales denominados fuentes de energía, los cuales se encargan de suministrarla, y se presenta haciendo una distinción entre dos tipos: las fuentes primarias y secundarias.

2.1. FUENTES PRIMARIAS DE ENERGÍA

Se denominan fuentes primarias o renovables de energía a aquellas que derivan de un fenómeno natural como puede ser el viento, la lluvia o el sol.

De igual manera, estas energías se encuentran clasificadas en convencionales o no convencionales [2].

2.1.1 Fuentes primarias convencionales

En cuanto a convencionales se refiere, se abarcan aquellas que no precisan de un alto nivel de evolución de la tecnología para poder adquirir la energía de la fuente en cuestión.

Un buen ejemplo de ello sería la energía hidráulica.

2.1.1.1 Energía hidráulica

La energía hidráulica es una forma de energía renovable derivada del movimiento del agua sacando provecho tanto de la energía cinética como de la potencial, ya sea de manera natural o forzada para poder transformar esos tipos de energía en energía mecánica y esta posteriormente en electricidad. Esto se consigue gracias a un mecanismo el cual permite el paso del agua en movimiento a través de una turbina haciéndola girar al mismo tiempo, este último movimiento activa un generador que producirá la energía resultante deseada [3].



La manera en la que ésta ha sido obtenida le permite categorizarse en distintos niveles:

- Hidrocinética, obtenida de aparatos colocados en el curso de un río y generan energía eléctrica a partir del flujo del agua;
- El correr del agua, en el cual se hace pasar agua a través de una planta de energía con almacenamiento limitado;
- Reserva, que confisca un curso de agua para el almacenamiento en un depósito para su lanzamiento a través de una central energética.

Con los potenciales teóricos, técnicos y económicos de la producción energética a través de sistemas hidráulicos que fueron presentados por el “World Energy Assessment” (UNDP et al. 2000), se comprueba que la electricidad obtenida de un sistema hidráulico de pequeño tamaño tiene la capacidad de suministrar la energía necesaria para una casa o finca particular [4].

Es evidente que el cambio climático afectará directamente en esos datos, aunque a nivel global a mediados de siglo, en el 2050, equivalgan los puntos afectados negativamente y los afectados de manera positiva creando una suma constante o incluso de mejora en la cantidad de electricidad obtenida de esta manera [5].

A pesar de los beneficios de esta forma de obtención de la energía, el panorama natural del medioambiente se ve invadido por esta tecnología que obliga a modificar el transcurso natural del agua y su entorno.

2.1.2 Fuentes primarias no convencionales

Por otro lado, se encuentran las energías que requieren un alto nivel de desarrollo de las tecnologías para llevar a cabo su explotación.

Son un ejemplo la energía eólica, la solar, la geotérmica y la biomasa.

2.1.2.1 Energía eólica

El funcionamiento, nuevamente consiste en transformar la energía mecánica que produce el movimiento del rotor por las palas en energía eléctrica, esta transformación se realiza en el generador situado en la góndola, en la parte superior de la torre accionado por una turbina [6].



En Europa y en los Estados Unidos de América, el viento se ha convertido en la mayor fuente de adición al sector eléctrico, aportando cerca del 40%, un 30% más que a principio de siglo [7].

El funcionamiento de estos sistemas es sencillo para la rentabilidad que es obtenida, se pueden encontrar tres tipos de turbinas eólicas:

- Con un eje de giro vertical pueden ser Darrieus o Savonius.
- Con un eje de giro horizontal podemos ver turbinas de una, dos o tres palas o las multi-palas.

El más habitual es este último tipo de giro, especialmente la de tres palas que es el resultado de las mejoras realizadas a las previas turbinas de una o dos palas, resultando ser más seguras y eficientes. Con el transcurso de los años, desde el 1980 aproximadamente, estas turbinas han ido evolucionando especialmente en dimensiones alcanzando una altura de 140m de torre en la actualidad y palas de casi 60m cada una. La producción de éstas ronda los 5 MW y se espera cuadruplicar esta cifra en los próximos años [8].

Es notado cómo el cambio climático tanto local como global afecta a los recursos eólicos según aseguran los expertos del IPCC que recogen en un estudio del 2007. Y cómo, nuevamente, esta tecnología tiene un impacto medioambiental al ser instalada en entornos naturales para su mayor eficiencia [5].

2.1.2.2 Energía solar

Este tipo de tecnología utiliza espejos que refractan y concentran los rayos solares en receptores. Estos últimos convierten la energía solar recibida en energía térmica mediante el incremento de temperatura del fluido que circula por el recolector, usado en una turbina de vapor o motor térmico que lo conduce a un generador eléctrico transformándolo así en electricidad. Según la instalación y el recolector principal, existen distintos tipos de centrales eléctricas entre las que se encuentran las de torre central y la de captadores cilíndricoparabólicos [9].



Los concentradores solares requieren de unos niveles de radiación directa-normal significativos, que generalmente se registran en localidades entre las latitudes a 15° y 40° norte o sur. En zonas cercanas al ecuador

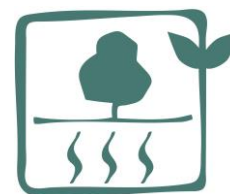
la humedad es más alta y en latitudes altas la abundancia de nubes no permite el correcto desarrollo de los concentradores de aproximadamente 1800-2000 kWh/m²/año [10].

En el Global CSP Outlook 2009, llevado a cabo conjuntamente por SolarPACES, la Asociación Europea de Electricidad térmica y la Asociación Internacional de Greenpeace, usaron un escenario desarrollado de industria avanzada con altos niveles de eficiencia energética para proyectar las futuras demandas eléctricas. El estudio estima que los colectores solares cubrirán el 12% de las necesidades mundiales de energía en el año 2050, con una capacidad de 1500GW y una producción anual de 7800 TWh [11].

Los principales efectos medioambientales son la utilización de largas superficies de terreno a pesar de que los espacios son escogidos de estratégicamente evitando tierras fértiles o de abundancia vegetativa o animal, también requiere un gran uso de agua para obtener mayor eficiencia en las turbinas, y la generación de emisiones como los gases de efecto invernadero los cuales emiten 300 toneladas de óxido nitroso, 180 de monóxido de carbono y 7.6 millones de toneladas de dióxido de carbono por cada central de 4000MW, según afirman estudios de NREL (Western Governors' Association en el 2006; también Greenpeace en el 2009) [5].

2.1.2.3 Energía geotérmica

A la distancia de aproximadamente 3 metros por debajo de la superficie terrestre, la temperatura de la tierra se mantiene constante entre los 10°C y los 16°C, grados que incrementan con la profundidad del terreno. Un sistema de energía geotérmica busca el intercambio de temperatura de un fluido, principalmente para calentar o enfriar un establecimiento [12].



Los sistemas de generación eléctrica a través de la energía geotérmica se pueden diseñar de dos maneras:

- La directa, en la cual el fluido se calienta al pasar por el terreno sumergido para después calentar en el condensador el agua fría proveniente del local a cambiar de temperatura, habiendo movido previamente una turbina que producirá una electricidad en el generador.
- Con la ayuda de bombas, en cuyo caso se necesita de una fuente externa, ya sea un lago o pozo, donde se extrae el agua a la temperatura deseada para llevarla al sistema del domicilio en cuestión donde sigue el proceso de generación directa, produciendo así un cambio de temperatura mayor. Para este sistema se necesita la acción de compresores y bombas para mover el agua del sistema externo, pero al ser la variación de temperatura final mayor, la electricidad producida resulta ser cuatro veces mayor que la requerida para los compresores y bombas.

Se encuentran tres tipos de plantas eléctricas clasificadas según su tamaño y capacidad de producción, entre las que encontramos las pequeñas produciendo aproximadamente 5 MW por unidad, medianas de 30 MW por unidad y finalmente las grandes de alrededor de 45 MW o más por unidad [13].

Asimismo, aun siendo una fuente primaria de energía tiene un impacto en el medioambiente, pues la temperatura del terreno se va modificando con el tiempo de producción, al irse enfriando la tierra con la extracción de calor. Para evitar la alteración del terreno producida por este sistema se requiere un periodo de recuperación de aproximadamente 30 años [5].

2.1.2.4 Energía de la biomasa

Este tipo de energía obtiene el recurso de elementos orgánicos ya sean plantas, madera, desechos o animales, siendo los tres primeros los más comúnmente usados actualmente y denominados materias primas de la biomasa. Estos organismos contienen energía que primeramente proviene del sol y pueden producir energía de manera directa, al ser quemados (para lo que tienen que haber sido deshidratados previamente) y generar calor convirtiéndose en electricidad, o indirecta, cuando es procesado como biocombustible mediante syngas o biochar. Ya sea de manera directa o indirecta, en ambos casos es preciso el uso de una turbina por el que pasarán los gases o el calor producido haciéndola girar pasando el movimiento al generador que convertirá el proceso en electricidad [14 y 15].



El impacto medioambiental que esta fuente de energía provoca es claramente una futura falta de este tipo de recursos debido a su eliminación para la quema de los mismos y de esa manera la producción de energía [5].

Dependiendo de las emisiones producidas a la hora de quemar a los susodichos ya sea mediante pirolisis, descomposición anaeróbica o gasificación la energía que se produce puede ser renovable o no renovable.

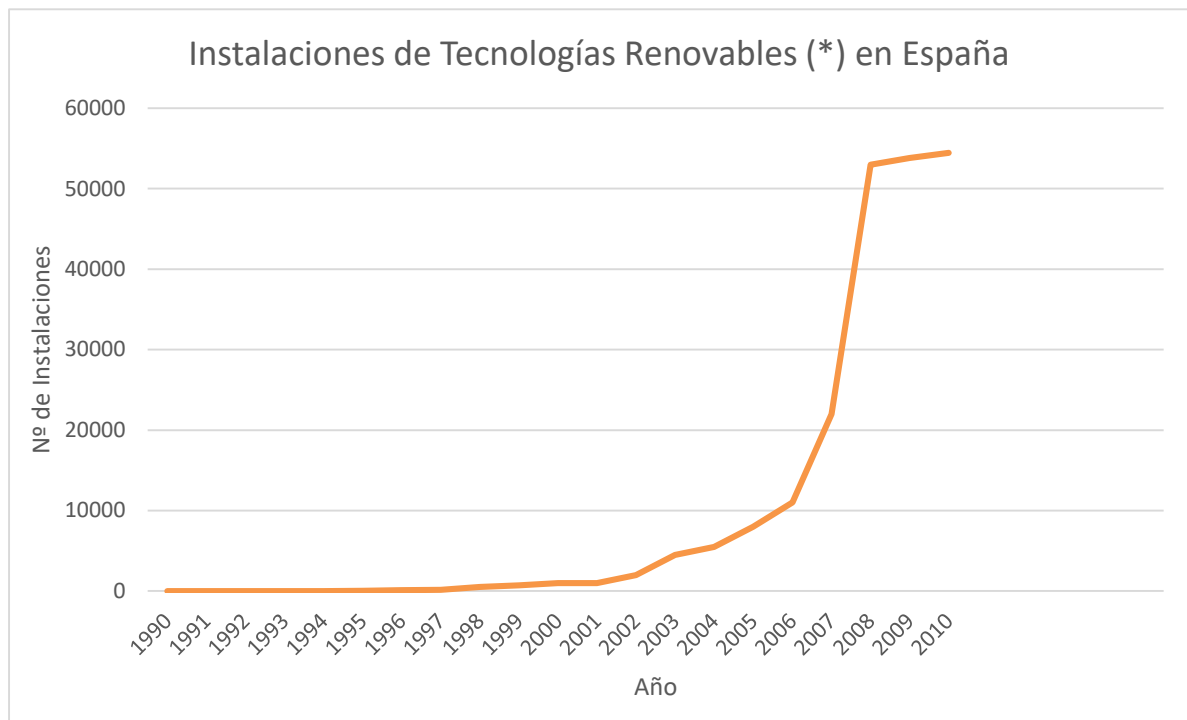


Figura 1

*Eólica, Hidraulica, solar, biomasa

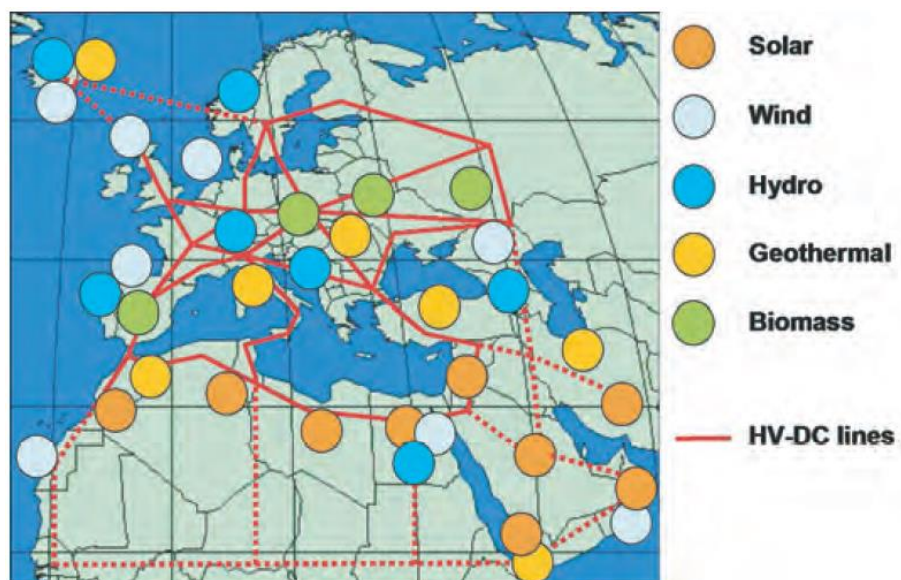


Figura 2

2.2. FUENTES SECUNDARIAS DE ENERGÍA

Se denominan fuentes secundarias o no renovables a aquellas que transforman las materias primas de una manera premeditada en la cual no se pueden reutilizar para obtener productos que producen energía como los siguientes.

Éstas representan la mayor parte de la demanda energética mundial, pero causan un gran impacto medioambiental.

2.2.1 Carbón

El carbón es usado en múltiples industrias a nivel mundial como lo son la generación de electricidad, producción de metal, trabajo del cemento y como combustible líquido. El conocido como vapor de carbón o carbón térmico es usado para la generación de potencia en la cual participa en un 37% del global [16].



Para su conversión en energía, primero es convertido en polvo y así se quemará con mayor rapidez en la cámara de combustión donde los gases calientes y la energía térmica producida ayudarán al agua a transformarse en vapor. Este vapor a una elevada presión pasa por una turbina que moverá un generador y así la energía térmica convertida en mecánica se transformará finalmente en eléctrica [17].

El mayor impacto medioambiental se encuentra en los gases expulsados a la atmósfera durante la combustión [5].

2.2.2 Petróleo

Al igual que el carbón es triturado hasta ser convertido en polvo, el petróleo es licuado para poder usar el aceite resultante, el cual abastece aproximadamente un 8% del combustible eléctrico de grandes ciudades.



Como muchos otros combustibles fósiles, este líquido es el resultado de millones de años de descomposición de materiales orgánicos. Una vez extraído el petróleo, este pasa por un proceso de refinación que le permite transformarlo en numerosos productos combustibles como la gasolina, el keroseno, gas de petróleo licuado (como el propano), destilados (diesel y combustibles para aviones) y “residuos” incluyendo los industriales y combustibles eléctricos [18].

Encontramos tres tecnologías usadas para convertir el aceite de petróleo en electricidad:

- Vapor convencional, donde el aceite es quemado para calentar agua y convertirla en vapor que moverá una turbina y generará electricidad.
- Turbina de combustión, donde el aceite es quemado bajo presión para producir gases de escape calientes que harán rotar una turbina para generar electricidad.
- Tecnología de ciclo-combinado, donde el aceite primeramente se combustiona en una turbina de combustión usando los gases de escape calentados para generar electricidad. Y después, cuando estos gases se hayan recompuesto, calientan agua en una caldera creando vapor que será conducido a una segunda turbina. [19]

El impacto medioambiental que tiene la quema de petróleo para la creación de electricidad contamina el aire, el agua y la tierra, pero algunos de los males ambientales más graves están asociados con la perforación, el transporte y la refinación [5].

2.2.3 Gas natural

El gas natural es también una materia prima en una variedad de productos comunes en la sociedad actual, como pueden ser las pinturas, fertilizantes, plásticos, medicamentos y anticongelantes. El propano, que alimenta por lo general las estufas de cocina y parrillas al aire libre, así como los sistemas de calefacción de la casa, se deriva del gas natural [20].



En promedio, una central eléctrica típica en 2013 tenía un 33% de eficiencia en la conversión de energía térmica en energía eléctrica. Una planta a gas fue aproximadamente 42% eficiente. Y en las centrales eléctricas de ciclo combinado de gas natural, en las que el calor residual de una turbina de gas natural se usa para alimentar una turbina de vapor, la generación puede llegar a ser hasta un 60% eficiente [21].

A pesar de que el gas natural a menudo se describe como “combustión limpia” porque produce menos subproductos indeseables por unidad de energía que el carbón o el petróleo. Pues sigue produciendo ciertos productos contaminantes y dañinos para el medio ambiente, aunque al igual que todos los combustibles fósiles, su combustión emite dióxido de carbono, pero a la mitad de la tasa de carbón por kilovatio hora de electricidad generada además de ser más eficiente energéticamente [5].

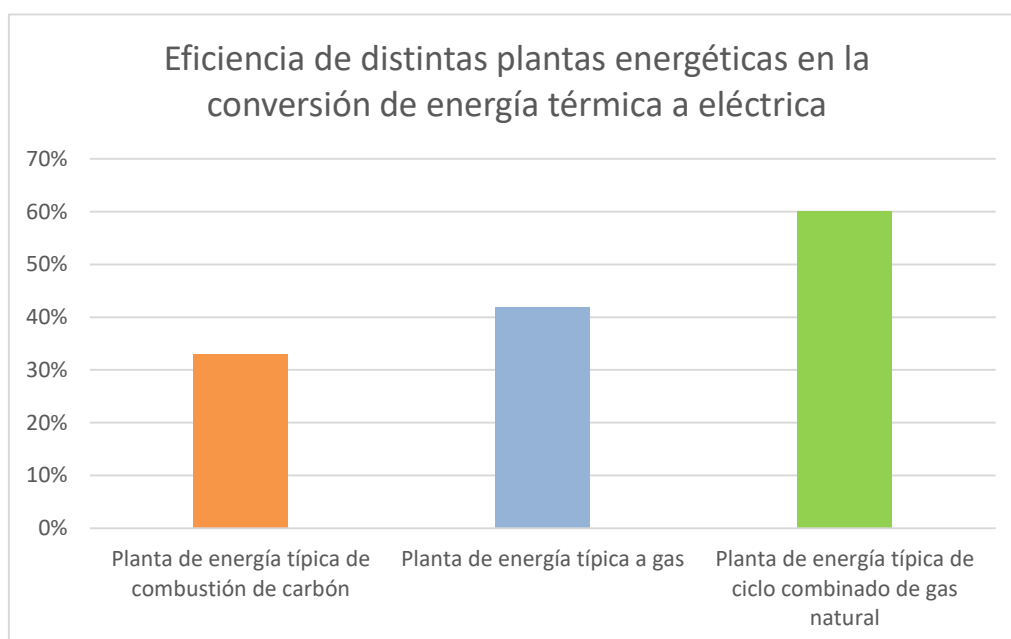


Figura 3

La producción anual durante los primeros dieciséis años del siglo de estas energías mencionadas anteriormente se recoge en la siguiente gráfica:

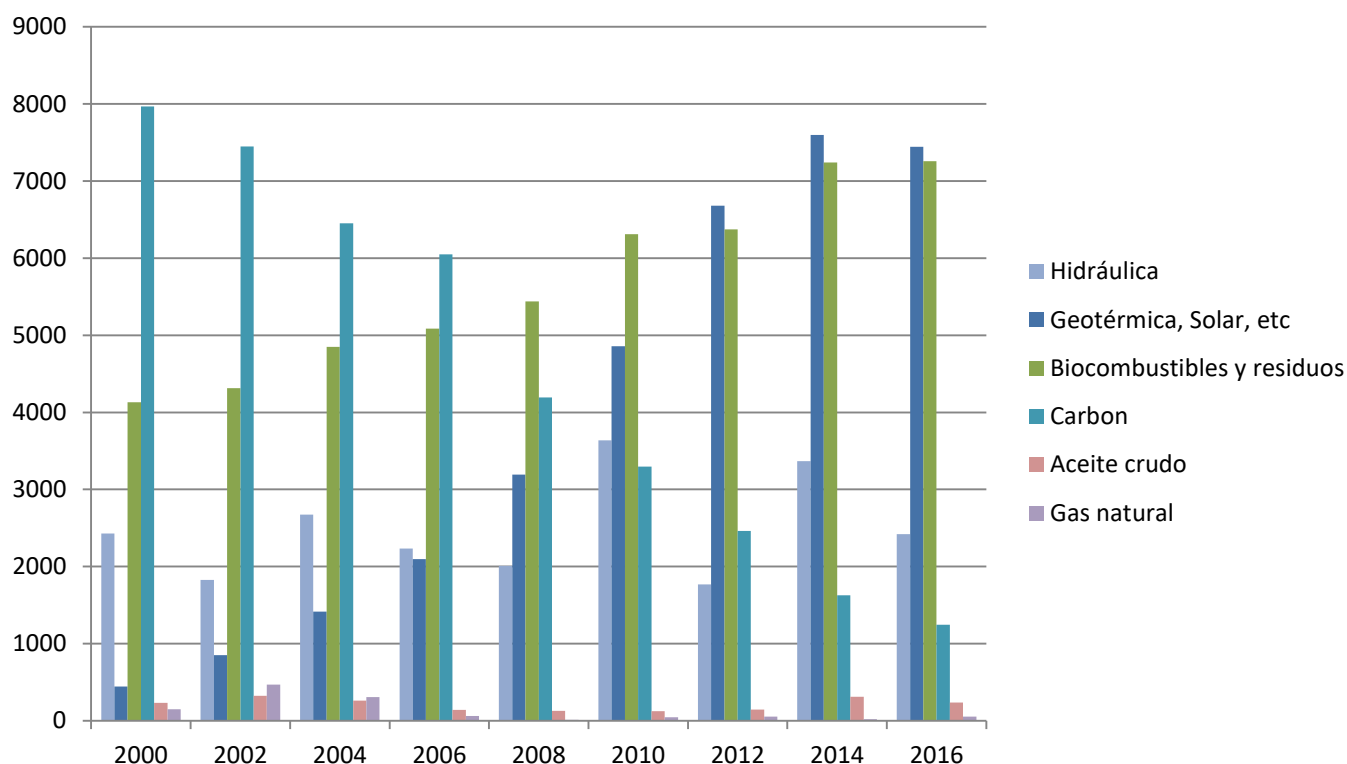


Figura 4

En este gráfico se puede observar cómo a principios de siglo el uso del carbón era casi exclusivo, y a lo largo de los años ha ido descendiendo de manera lineal. De la misma manera ocurre con el aceite crudo y el gas natural que, aunque en una medida abismalmente inferior, su uso se ha procurado aminorar con el transcurso de los años.

La producción de energía hidráulica se ha mantenido relativamente estable en los mismos parámetros, a excepción de un crecimiento notable al cumplir la primera década.

Finalmente, realizando el movimiento opuesto a las fuentes secundarias de energía, se encuentran los biocombustibles y energías renovables tales como la geotérmica y la solar entre otras, impulsado en su mayoría por la creciente demanda debida en parte al encarecimiento del petróleo y las políticas gubernamentales según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [22 y 23].

Para el proyecto a estudiar, focalizaremos el estudio en las fuentes primarias (o renovables) de energía, pues se busca la generación de energía sin la utilización de materiales externos como pueden ser el carbón, el petróleo o el gas natural; evitando así los posibles contaminantes producidos, buscando una forma de energía cómoda, fácil de producir y sobretodo “limpia”.

En este caso, la generación de energía no se efectuará de la misma manera que las anteriores, pues todas en algún punto del circuito requieren de una turbina y un generador para establecer la corriente eléctrica.

Como se ha podido ejemplificar, todas las fuentes de energía, ya sean primarias o secundarias, la necesaria presencia de una turbina y un generador para la transformación de energía, desde la fuente originaria hasta la corriente eléctrica final.

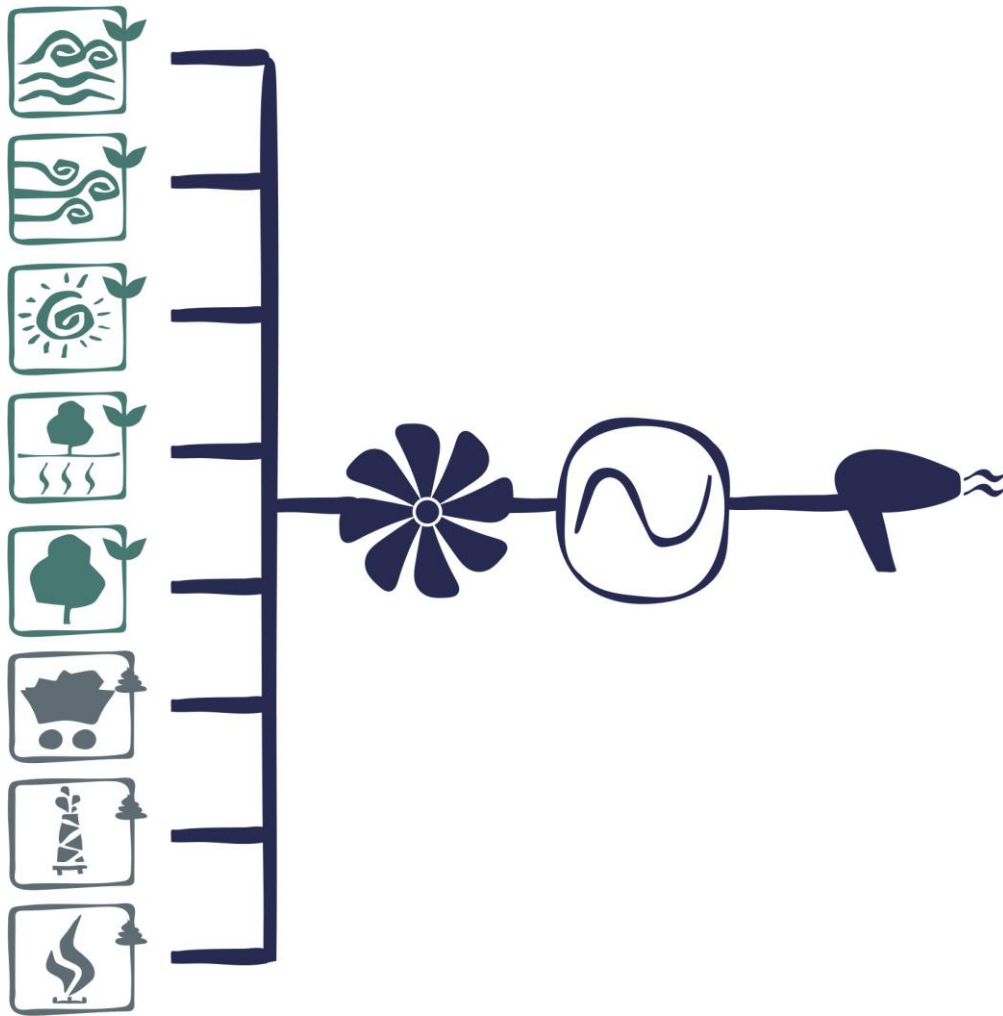


Figura 5

En el objetivo de este estudio, se buscará una fuente de energía renovable que prescindiera de la turbina y únicamente se pueda accionar con un generador. A parte de cuidar de una manera mucho más efectiva y concienciada del medio ambiente. Para todo ello, se utilizará una nueva forma de obtener electricidad, y será mediante la energía mecánica. El movimiento del ejercicio físico dará pie al accionamiento del generador encargado de producir esa corriente.

3. UNIDADES DE ENERGÍA



Como bien se ha mencionado previamente, la energía es definida como “la capacidad de generar trabajo”, cuyas unidades de medida de este último siguiendo el Sistema Internacional de unidades (SI) es en julios (J), el cual determina el trabajo necesario para mover una distancia de un metro con un Newton de fuerza [24].

Las formas más habitualmente usadas en el sector de medir esta energía son [25]:

- Kcal/kg: representa la energía generada en la combustión de 1 kilogramo de combustible

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \cdot 10^3 \text{ J}$$

- Tonelada equivalente de petróleo: corresponde a la energía generada en la combustión de 1 tonelada de petróleo crudo.

$$1 \text{ tep} = 41.84 \cdot 10^9 \text{ J}$$

- Tonelada equivalente de carbón: asimila la energía generada en la combustión de 1 tonelada de carbón tipo (hulla).

$$1 \text{ tec} = 29.3 \cdot 10^9 \text{ J}$$

- Kilovatio por hora: es el trabajo es realizado durante una hora en una máquina de un kilovatio (kW) de potencia, es decir, kilovatios por hora (kWh) supondrá la unidad típica de generación de la energía eléctrica.

$$1 \text{ kWh} = 36 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Nos centraremos en esta última, pues es la salida válida de un sistema eléctrico como el que se quiere llegar a producir.

3.1. POTENCIA ELÉCTRICA

Según el Diccionario de la Lengua Española de la RAE [26], la potencia se define como “la cantidad de energía producida o consumida por unidad de tiempo”, lo que matemáticamente es expresado en forma de la siguiente derivada:

$$P = \frac{dw}{dt}$$

Siendo P es la potencia en Watts (W) sinónimo de la derivada del trabajo (dw) medida en Julios (J) en función del tiempo (dt) en segundos (S), y según el SI se mide en vatios o watts (W), que equivale a $1 \text{ W} = 1 \text{ J/seg}$ [27].

Para el cálculo de la potencia eléctrica se mide la cantidad de carga eléctrica que pasa a través de una diferencia de potencial en un instante determinado, puede ser calculada en circuitos que aplican una corriente continua o alterna, siguiendo la ecuación anterior se deriva de la carga dando lugar a la conocida ecuación de la Ley de Ohm [28]:

$$P = \frac{dw}{dt} = \left(\frac{dw}{dq}\right) \cdot \left(\frac{dq}{dt}\right) = V \cdot I$$

○ Donde:

V es el voltaje o diferencia de potencial, medido en voltios (V)

q es la carga eléctrica en culombios (C)

t es el tiempo en segundos

I es la corriente eléctrica medida en amperios (A)

Esta última ecuación demuestra que la asociación existente entre una potencia y un elemento de un circuito básico resulta el producto entre la corriente en el elemento y el voltaje a través de ese elemento. Por lo tanto, la potencia es la cantidad asociada con un par de terminales, de los cuales se puede observar si la potencia es entregada al par de terminales o extraída de ellos.

3.2. POTENCIA MECÁNICA

Estos mismos cálculos se pueden extraer, bien de la corriente eléctrica bien de la actividad mecánica. En el ejemplo del estudio ésta correspondería al movimiento generado en una bicicleta estática donde la ecuación anterior corresponde a los siguientes factores de los que depende la potencia:

$$Potencia = Resistencia \cdot Cadencia$$

Siendo la Resistencia, el par necesario para mover el pedal, el cual opone una resistencia dependiendo del programa en el que se encuentre añadido al rozamiento originario de la máquina por la distancia a la que se ejerce la fuerza o pedalada del eje de giro, medida en Julios (J) o lo que es lo mismo Newtons por metros (N·m). Y la Cadencia, el número de pedaladas por unidad de tiempo o la velocidad de giro del eje de los pedales de la bicicleta, medida normalmente en revoluciones por minuto (rpm) [29].



Figura 6

3.2.1 Resistencia

Existen tres dispositivos distintos que ejercen una resistencia al movimiento del pedaleo de la bicicleta estática. El primero y más conocido se denomina sistema de resistencia por zapatas y funciona a través de un rozamiento en la rueda o eje. El segundo tipo acciona la rueda gracias a una hélice haciendo incrementar la fuerza proporcionalmente a la velocidad. Y en último lugar se encuentra la incorporación de una resistencia magnética, que es la más utilizada en las bicicletas de gimnasios para estas clases de *spinning* pues ofrecen una mayor durabilidad, pues no existen dispositivos que efectúen un rozamiento provocando un desgaste en el material [30].

Se debe tener en cuenta que las resistencias efectuadas varían dependiendo de la bicicleta, el tiempo, el tipo de uso o el mantenimiento recibido.

En una clase del profesor de spinning Alfonso, profesor en el gimnasio de estudio “Fit Up”, donde la longitud del pedal desde donde se apoya el pie hasta el eje del mismo es de 17 cm, la evolución de la resistencia puede variar de distintas maneras según la sesión, (datos aproximados proporcionados por el profesor de *spinning* Alfonso Ginés):

$$Resistencia = Fuerza \cdot long_{biela\ pedal}$$

Con estos resultados y la ecuación anterior, se obtendría la siguiente resistencia durante una sesión de una hora de ejercicio de *spinning*:

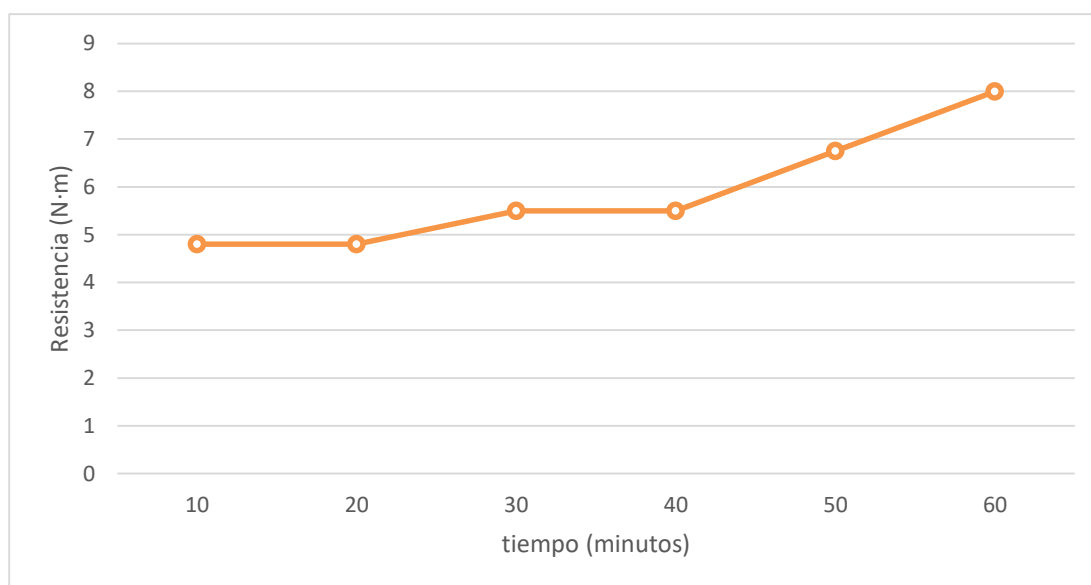


Figura 7

3.2.2 Cadencia

Según el profesor de la clase en cuestión del gimnasio de estudio, Alfonso Ginés, en cuanto a la cadencia de la actividad física en esta actividad, se suele encontrar en distintos rangos [31]:

- Por debajo de las 75 vueltas de biela por minuto.
- Entre 75 y 100 revoluciones por minuto.

- Superior a 100 revoluciones por minuto. Estas medidas no se suelen superar ya que en condiciones normales.

Estos números estarán inversamente relacionados con la resistencia, ambos dependiendo del tipo de clase que se imparta en cada sesión, si es más intensa, de fuerza o resistencia física. En este caso, los tres ejercicios a llevar a cabo en una bicicleta de spinning serían los siguientes [32]:

- Pedaleo sentado: como bien dice su nombre se ejecuta sentado en el sillín y ayuda a adquirir fuerza, ritmo y resistencia. Siguiendo una cadencia de entre 90 y 100 pedaladas por minuto.
- Pedaleo de pie: con el cuerpo vertical sobre el eje de los pedales y levantado del sillín, este ejercicio ayuda a dominar la estabilidad en la bicicleta y a fortalecer el abdomen. Se llevará a cabo una cadencia entre 80 y 100 pedaladas por minuto.
- Pedaleo de escalada: de la misma manera, levantado del sillín, pero con el cuerpo ligeramente inclinado hacia adelante acercándose al manillar. En este caso la cadencia rondará las 60 y 80 pedaladas por minuto.

“Cada clase combinará de múltiples formas estos tres movimientos para conseguir alcanzar la misión establecida por el profesor”, asegura Alfonso. Para el conocimiento de los rangos utilizados habitualmente tanto de cadencia como de resistencia se debe conocer la estructura básica de una clase de ciclo indoor, que sigue, en el caso del gimnasio Fit-Up de Chamberí el siguiente esquema a manos de Alfonso Ginés:

- Un calentamiento, para aumentar la frecuencia cardíaca y comenzar el ejercicio. Esta etapa durará entre 4 y 10 minutos, con cadencias no superiores a 120 rpm.
- Intervalos de trabajo que dependerán de la sesión que haya escogido el profesor en cada sesión determinada para mantener las pulsaciones adquiridas, siendo más corriente la división de esta etapa en dos o tres bloques intercalando cadencias bajas y medias, pudiendo durar entre 15 minutos y 2 horas. Aquí las cadencias no debieran superar las 75 pedaladas por minuto
- La vuelta a la calma, donde se disminuyen las pulsaciones y la resistencia, mientras aumenta la cadencia sin superar las 100rpm, durante unos 4 a 10 minutos. Seguido de unos estiramientos indicados por el instructor.

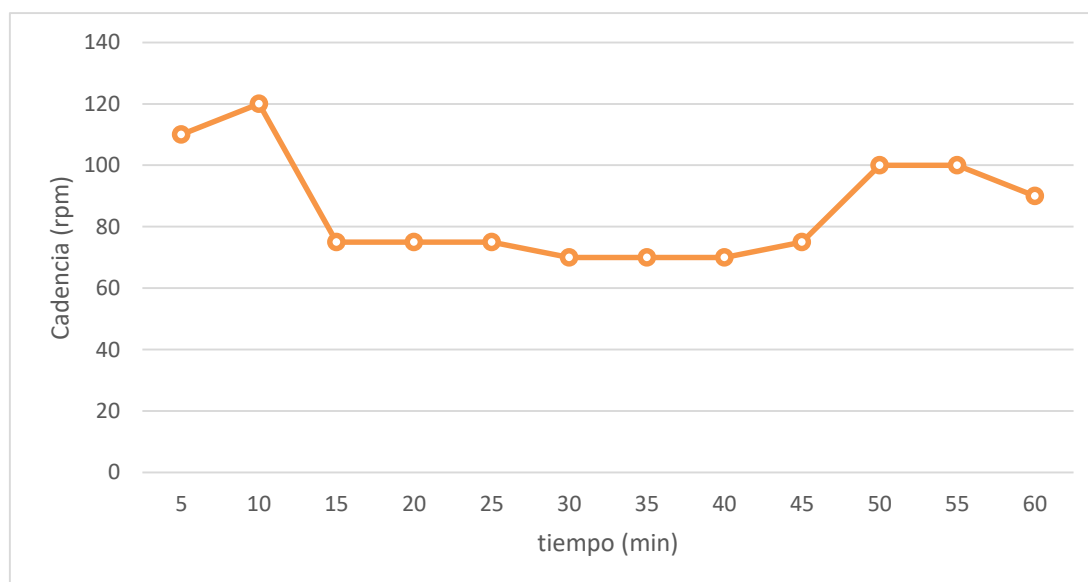


Figura 8

3.2.3 Potencia

Existen formas de medir y establecer unos rangos medios de rendimiento sobre una bicicleta a través de la potencia generada por los usuarios que utilicen las máquinas en cuestión. La cantidad total de potencia que puede generar un usuario mientras pedalea en el rango estable de su actividad aeróbica antes de alcanzar su máximo rendimiento y fatiga, este concepto se denomina *umbral funcional de potencia* o *FTP* [33].

Los resultados de la potencia instantánea (W) en los distintos momentos de la clase de spinning resultaría ser el producto entre las gráficas anteriores resultando lo siguiente:

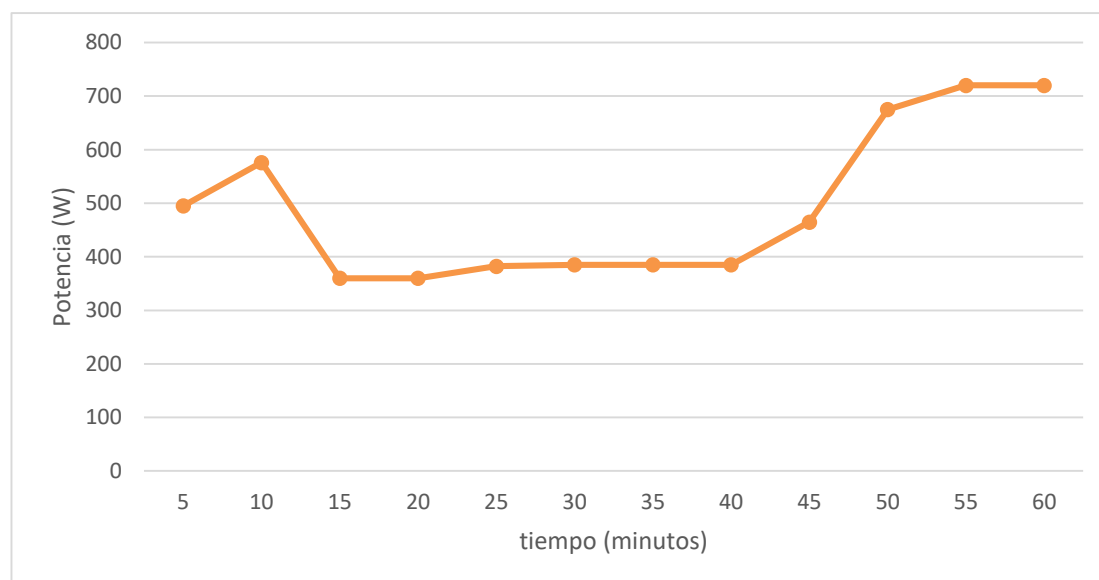


Figura 9

En cambio, si en vez de los picos de potencia es la potencia mantenida en el tiempo la estudiada, es decir, la energía generada (Wh) durante esa hora, se formarán los gráficos que se muestran más adelante, diferenciando entre dos personas distintas.

La formación de potencia siempre estará supeditada por la condición física del usuario que la esté creando, diferenciando entre sexo, edad y forma de vida, si es una persona más activa de manera regular o más sedentaria.

En este estudio se han confirmado las sospechas de que la presencia de las mujeres en esta actividad es superior al 60% del total de todos los alumnos. Rondando edades cercanas a los 30 o 40 años en el 60% de mujeres, un 30% de entre aproximadamente 20 y 30 años, y el 10% restante mayores de 40. Mientras en el caso de los hombres, en ese 20% restante de la clase son de manera rotunda superiores a los 40 años de edad.

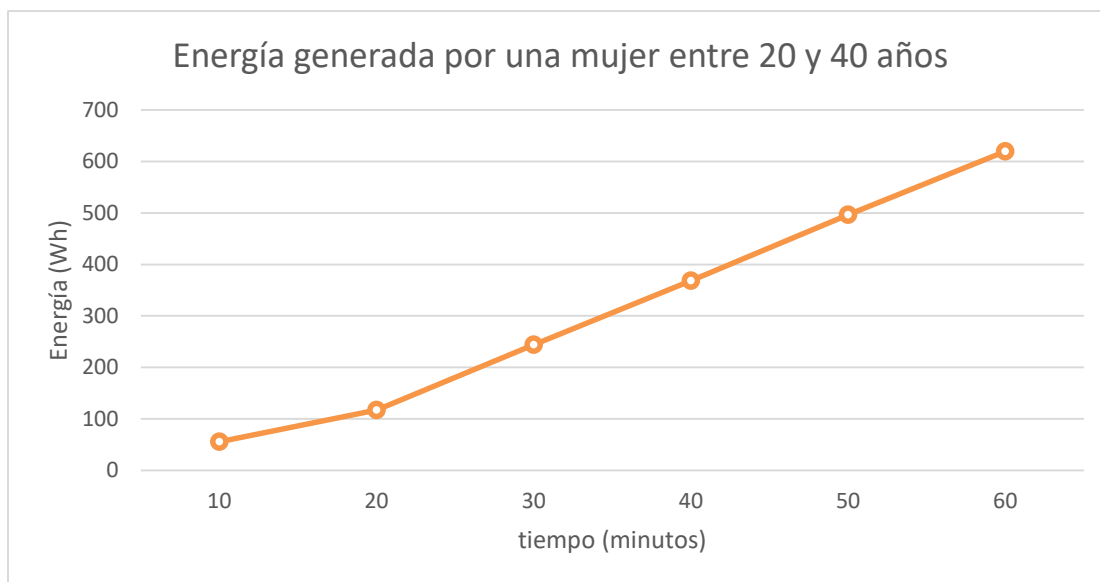


Figura 10

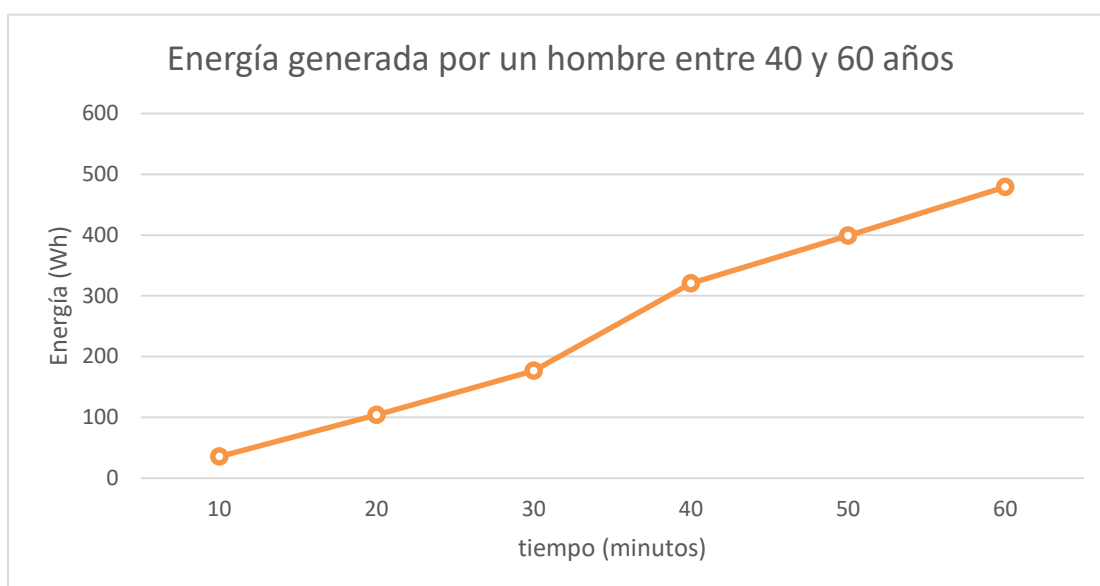


Figura 11

De estos diagramas se puede concluir que la potencia generada en una sesión de entrenamiento de ciclo indoor es la misma sin importar el sexo ni la edad del usuario. Rondando valores aproximados, en 1 hora de este tipo de ejercicio se suelen generar en torno a 600 Wh.

De la misma manera, habrá otros factores que influyan en el estudio en cuestión según la condición física de cada uno de los integrantes de cada clase de ciclo indoor, recorriendo un rango entre atletas que quemarán un número mayor de calorías hasta personas sedentarias que se inician en el deporte con este ejercicio cuya potencia será menor.

Y cada uno de los factores previamente mencionados afectará de manera directa a la potencia que cada usuario pueda realizar en una hora de entrenamiento, esa potencia será la energía que se transformará en orden de conseguir electricidad.

4. TRANSFORMAR LA ENERGÍA



Antes de centrarnos en el origen de la potencia que se transferirá a la red del establecimiento a estudio, necesitamos tener en consideración la naturaleza general de las fuentes eléctricas. Una fuente eléctrica es la capaz de convertir una energía no energética en otra que si lo es y viceversa.

Podemos encontrar varios y diversos dispositivos que cumplan este tipo de funciones. Una batería descargándose, por ejemplo, convierte energía química en eléctrica, mientras que una batería cargada seguirá el proceso contrario convirtiendo la energía eléctrica en química. Por otro lado, una dinamo es una máquina que convierte la energía mecánica en eléctrica y viceversa. Utilizando un motor cuando la transformación parte de la energía eléctrica y se transforma en mecánica, y cuando se realiza el proceso contrario mecánica-a-eléctrica la máquina a usar será un generador.

4.1. GENERADORES

Como se ha podido demostrar en apartados anteriores, la transformación de energía proveniente de los distintos recursos naturales y renovables a electricidad se realiza con la ayuda de una turbina. Ésta, a parte de otras alteraciones a los fluidos que recorren cada circuito, transmite el movimiento a un generador, donde se transforma el movimiento en electricidad y la presencia de alternadores ayuda a cambiar el tipo de corriente producida.

Eso es exactamente lo que se busca en este proyecto, producir un movimiento a través de la energía de un ser humano, de manera primaria y renovable, y convertirlo a través de un generador en la deseada electricidad.

El proceso de transformación de la energía mecánica en eléctrica, como bien se ha mencionado previamente, se realiza a través de un generador cuyo funcionamiento es el siguiente:

La energía mecánica es producida por un movimiento que hace girar un rotor localizado en el interior de un estator. El estator tiene un devanado de cobre que alimenta el excitador produciendo así una fuerza electromagnética como bien se conoce gracias al científico cuyo nombre da a la ley que cumple este proceso, Faraday, quien sostiene que un cambio en el flujo magnético produce una fuerza. Esta fuerza es tal que produce una corriente, según la ley de Lenz, la cual busca mantener el flujo constante oponiéndose a la fuerza inicial. Es entonces cuando el rotor gira, corta esa fuerza electromagnética produciendo unas ondas sinusoidales de electricidad, estas son transferidas a un sistema eléctrico a través de cables conectados al devanado del estator generando una corriente eléctrica [34].

4.2. TIPOS DE GENERADORES

Según la corriente resultante del trabajo del generador se encuentran dos tipos: el que produce corriente alterna o el de corriente continua.

4.2.1 Corriente alterna – CA

Este tipo de corriente es el medio más importante para producir energía eléctrica en muchos lugares, actualmente todos los consumidores usan esta CA.

Funciona según el principio de la inducción electromagnética. Pueden ser de dos tipos [35]:

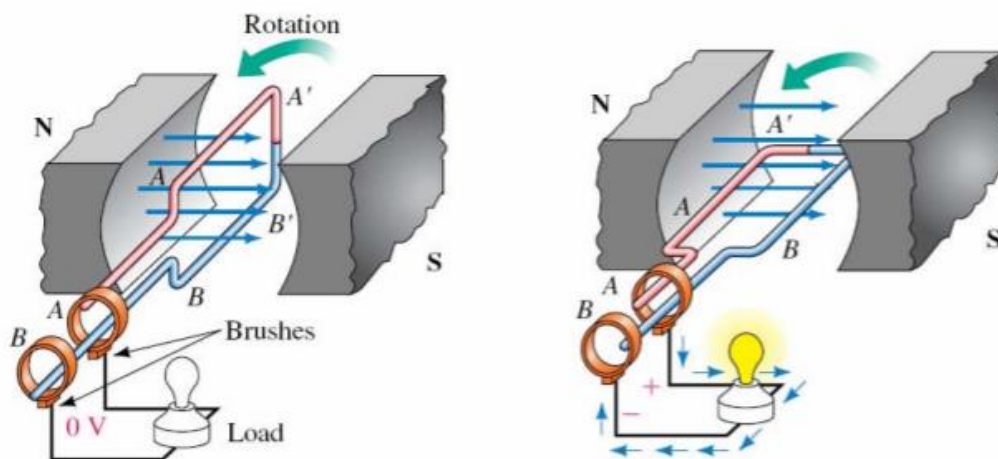
- El primero es el generador de inducción tiene lugar cuando las bobinas de los conductores giran en un campo magnético que acciona una corriente y un voltaje. Los generadores deben funcionar a una velocidad constante para transmitir un voltaje CA estable.
- Por otro lado, están los generadores síncronos que son de gran tamaño y sirven principalmente para centrales eléctricas. Estos pueden ser del tipo de campo giratorio, que se encontraría en el estator, o de armadura giratoria, en el rotor.

La corriente del inducido del rotor se toma a través de anillos deslizantes y cepillos. Estos son limitados debido a las fuertes pérdidas de viento. Estos se utilizan para aplicaciones de baja potencia de salida.

El tipo de alternador de campo giratorio es ampliamente utilizado debido a la alta capacidad de generación de energía y la ausencia de anillos colectores y escobillas.

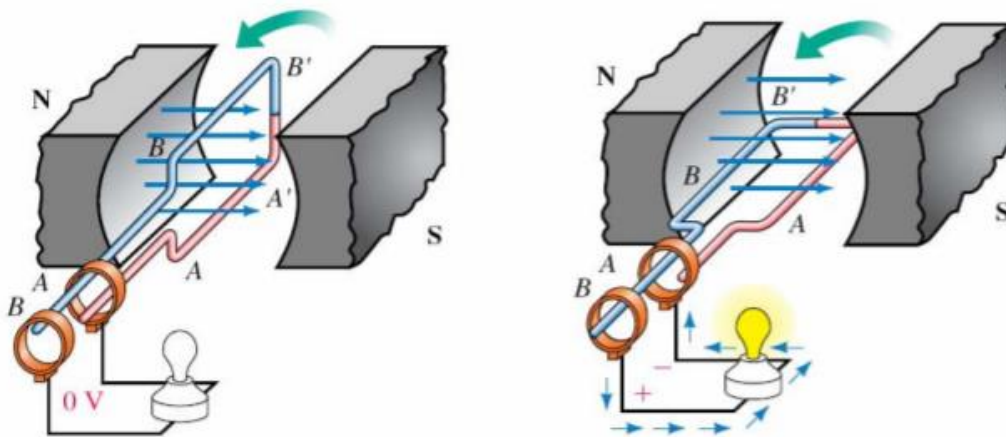
Estos generadores están empacados con un motor o turbina para ser utilizados como un grupo electrógeno y usados en aplicaciones como la extracción naval, de petróleo y gas, maquinaria de minería y plantas de energía eólica entre otras.

Si se compara con sus contrarios, los generadores de Corriente Continua (CC), se detectan destacables ventajas que lo diferencian. En primer lugar, tanto el tamaño del generador, el del enlace de transmisión y los interruptores pueden ser más pequeños que los de CC. Además, no sólo no precisan de mantenimiento por la ausencia de cepillos, sino que las pérdidas son menores [36].



1) Posición 0°: el alambre se encuentra paralelo a las líneas de flujo que cruzan del polo norte al sur del imán. El voltaje es 0.

2) Posición 90°: el extremo A de la bobina es positivo respecto al B. La dirección de la corriente está fuera del anillo deslizante A.



3) Posición 180°: la bobina nuevamente no se encuentra cortando el flujo, por lo que el voltaje inducido será 0.

4) Posición 270°: la polaridad del voltaje se ha reinvertido, por lo que la dirección de la corriente también.

Figura 12

Como se muestra en la sucesión de figuras, la bobina irá girando mientras corta el flujo y crea un voltaje, produciendo el giro mecánico en una corriente eléctrica. El voltaje generado varía según su posición da el nombre a la corriente, alterna, por no proporcionar unos valores constantes a lo largo del tiempo. Y se muestra en la gráfica siguiente [36]:

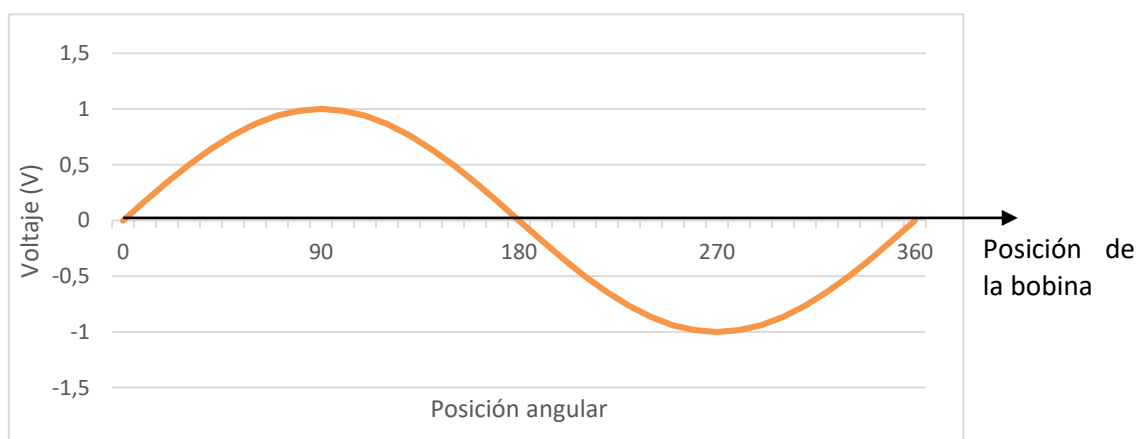


Figura 13

4.2.2 Corriente continua – CC

Un generador CC se encuentra habitualmente en aplicaciones fuera de la red. Si se quiere transmitir a una carga, tras haber sido generada una fuente de alimentación ininterrumpida, los convertidores CC-CA serán los encargados de transformar la potencia almacenada previamente en distintos dispositivos.

Los generadores CC se clasifican según la forma en que se desarrolla su campo magnético en el estator de la máquina [37].

- Generadores de CC de imán permanente, que no requieren excitación de campo externo porque tiene imanes permanentes para producir el flujo, un buen ejemplo sería la aplicación de baja potencia como dinamos.
- Los generadores de CC de excitación separada requieren excitación de campo externo para producir el flujo magnético. También se puede variar la excitación para obtener potencia de salida variable. Estos se usan en aplicaciones de electrodeposición y electro depuración.
- Generadores CA auto excitados. Debido al magnetismo residual presente en los polos del estator, estos pueden producir sus propios campos magnéticos. Son de diseño simple y no necesitan tener un circuito externo para variar la excitación de campo. Una vez más, estos generadores auto excitados se clasifican en derivación, series y generadores compuestos. Estos se utilizan en aplicaciones como carga de batería, soldadura, aplicaciones de iluminación ordinarias, etc.

Por otro lado, este tipo de generadores de corriente continua también presentan ciertas ventajas como la gran variedad de características operativas que se pueden obtener mediante la selección del método de excitación de los devanados de campo previamente mencionadas, un cable más económico en comparación con el de corriente continua por el ahorro en el blindaje del mismo para la radiación. También se pueden reducir las fluctuaciones disponiendo regularmente las bobinas alrededor de la armadura, suavizando así la salida del voltaje, lo que es deseable para algunas aplicaciones de estado estacionario [36].

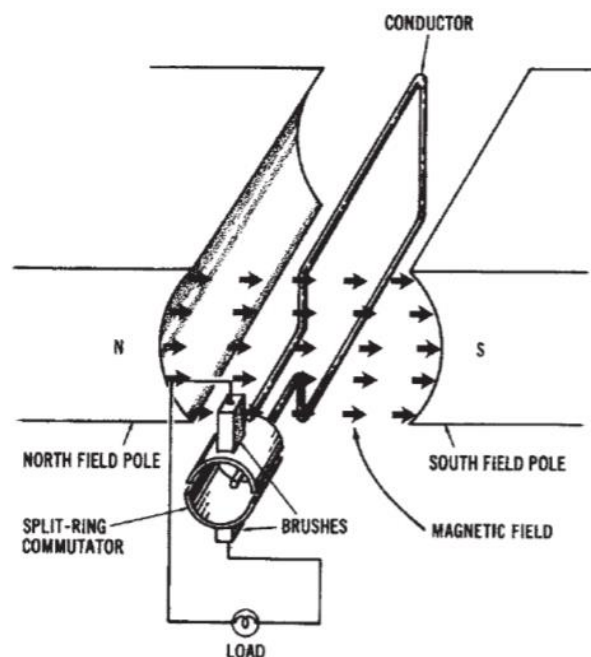


Figura 14

En este caso, el voltaje producido por un generador de corriente continua será constante a lo largo del tiempo independientemente de los grados que esté girada la bobina respecto del flujo [36].

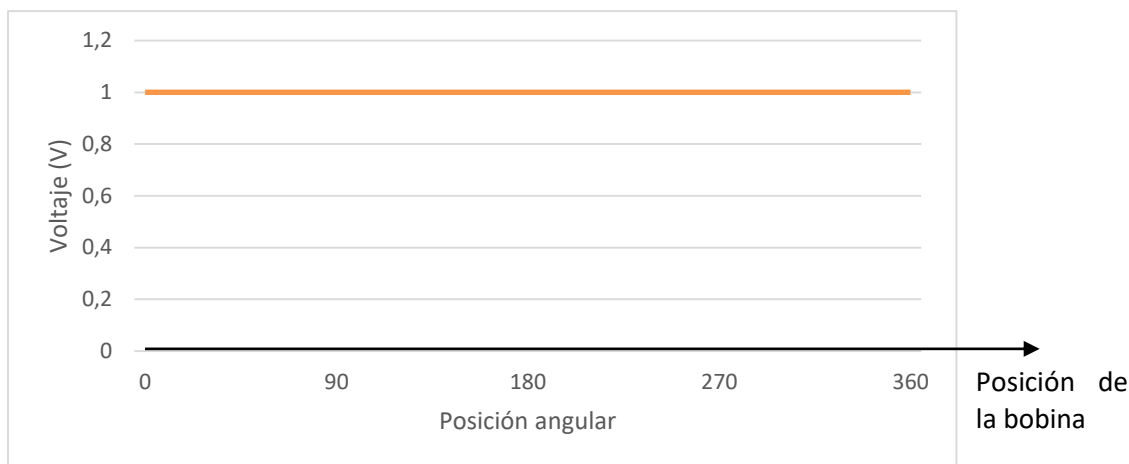


Figura 15

4.2.3 Ejemplo de la dinamo

Una dinamo es un generador eléctrico que utiliza bobinas giratorias de alambre y campos magnéticos para convertir la rotación mecánica en una corriente eléctrica directa pulsante a través de la ley de inducción de Faraday [38].

Estos inventos fueron los primeros grandes generadores eléctricos capaces de suministrar energía para la industria, y la base sobre la cual se basaron muchos otros dispositivos posteriores de conversión de energía eléctrica incluyendo el motor, el alternador de corriente alterna y el convertidor giratorio.

Una máquina de dinamo consiste en una estructura estacionaria, llamada estator, que proporciona un campo magnético constante, y un conjunto de devanados giratorios llamado armadura que gira dentro de ese campo. El movimiento del cable dentro del campo magnético hace que el campo presione los electrones en el metal, creando una corriente eléctrica en el cable. En máquinas pequeñas, el campo magnético constante puede ser provisto por uno o más imanes permanentes; las máquinas más grandes tienen el campo magnético constante proporcionado por uno o más electroimanes, que generalmente se llaman bobinas de campo [39].

Entre los usos históricos de este avance ingenieril se encuentra la generación de energía eléctrica. Para ello las dinamos, generalmente conducidas por máquinas de vapor, eran ampliamente utilizadas en las centrales eléctricas para generar electricidad tanto para uso industrial como propósitos domésticos. Desde entonces fueron reemplazados por alternadores.

Hoy en día, el alternador más simple domina generaciones de energía a gran escala, por eficiencia, confiabilidad y razones de costo. Una dinamo tiene las desventajas de un conmutador mecánico. Además, la conversión de corriente alterna a continua es eficaz y generalmente económico.

5. RED ELÉCTRICA EN ESPAÑA



5.1. SISTEMA ACTUAL

Desde la última revisión del IEA en 2009, España tiene dependencia de la energía en los suministros renovables. La seguridad del suministro de España se ha mejorado aún más con fuentes de importación diversificadas y una mayor capacidad de almacenamiento tanto para el petróleo como para el gas [40].

El gobierno español ha conseguido gestionar una solución para el desequilibrio masivo entre la regulación de costes e ingresos de los sistemas eléctricos, creando una flota de generación de energía grande, diversa y de confianza. Esta amplia y profunda reforma del mercado eléctrico ha cambiado principalmente el esquema de remuneración para las energías renovables.

Manteniendo un sistema eléctrico económicamente sostenible firme a largo tiempo, y junto con el seguimiento de principios como el de la transparencia, previsibilidad y certeza a la hora de revisar las políticas y regulaciones mejorarán la confianza de los inversores.

El nuevo impulso para establecer conexiones transfronterizas adicionales en la electricidad y el gas permitirá a España utilizar su gran potencia y su capacidad de gas natural licuado para aumentar la flexibilidad, la diversidad y la seguridad en el mercado interno de la Unión Europea [41].

El gobierno se pretende centrar en las cuestiones a largo plazo, incluida la demanda de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero; y resolver la crítica pregunta de cómo fomentar la transición a un sistema de energía con bajas emisiones de carbono, que en el año 2016 se recogían los siguientes parámetros en la Agencia Internacional de Energía (IEA) [42]:

INTENSIDAD ENERGÉTICA Y DE CARBÓN 2016	España	Media IEA
TPES por cápita (toe/cap)	2,56	4,42
Consumo eléctrico por cápita (MWh/cap)	5,50	8,69
Emisiones* por cápita (tCO ₂ /cap)	5,32	9,88
Intensidad energética (TPES) (Mtoe/millones de dólares PPP)	78	96
Intensidad de emisiones* (tCO ₂ /millones de dólares PPP)	168	194

Tabla 1

*Emisiones de CO₂ de combustión de petróleo (datos de 2016)

Con los valores detallados del suministro total de energía primaria o TPES, y la electricidad, se desglosa en el siguiente gráfico la implicación en las distintas fuentes de energía. Donde se puede comprobar la diferencia entre la aportación de las fuentes de energía primaria y las secundarias, siendo estas últimas desmesuradamente más abundantes en el TPES, pero en medidas más equitativas para la electricidad especialmente con las fuentes de energía hidráulica y eólica [42].

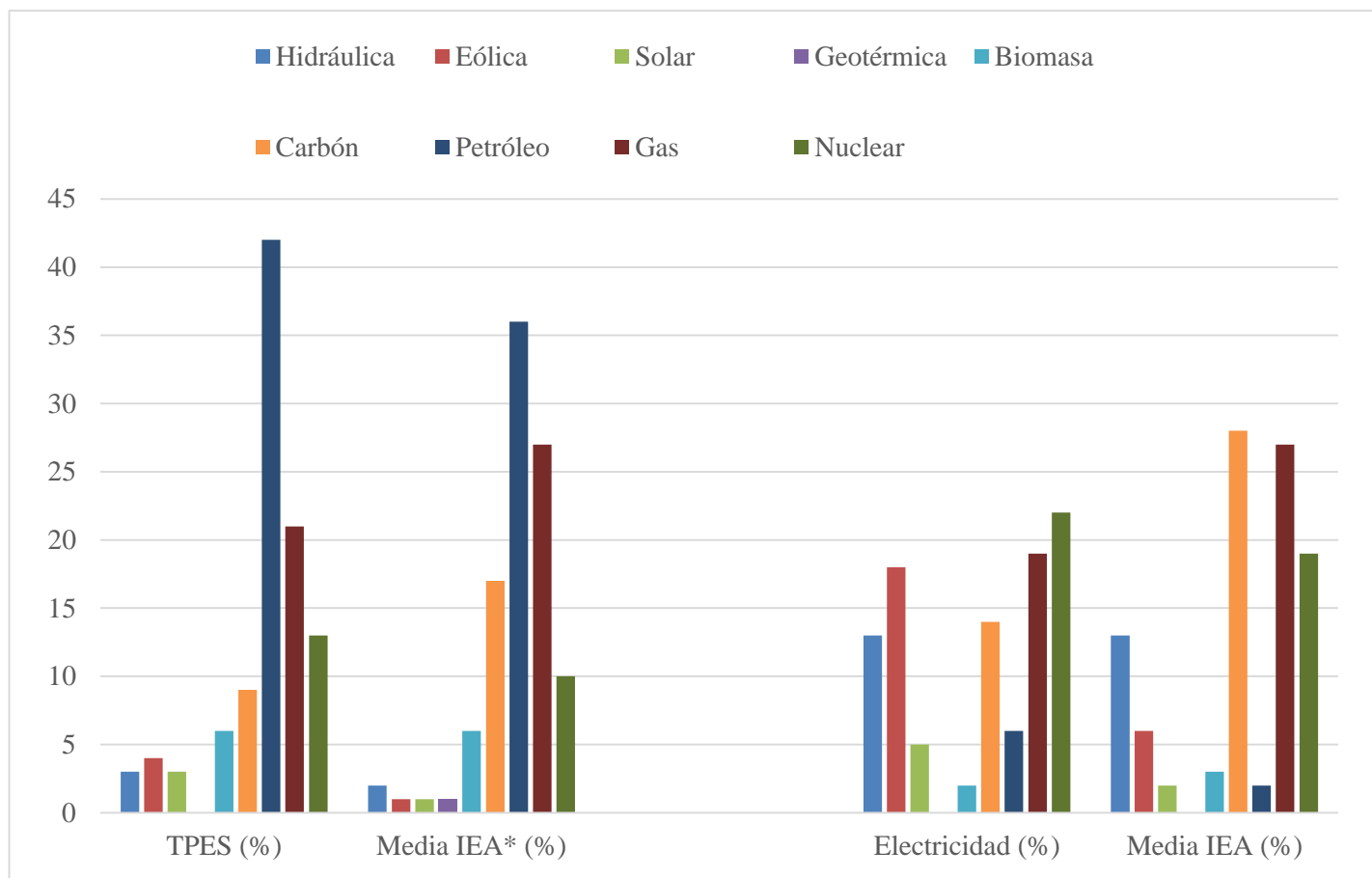


Figura 16

De la misma fuente de datos y con base en los anteriores, se deduce un 38% de generación de electricidad a partir de recursos naturales de un total español de 271,2 TWh, superando la media de la Agencia de Energía Internacional que estima una media del 24%, en el mismo año 2016 [42].

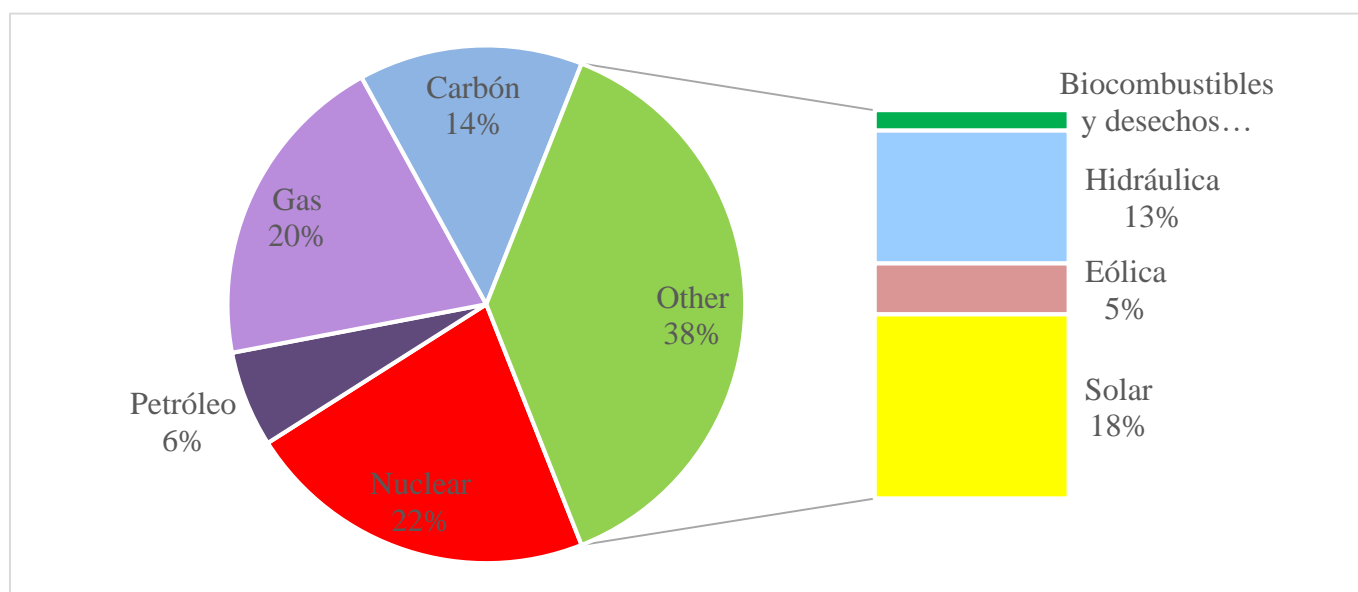


Figura 17

5.2. MERCADO ELÉCTRICO

De acuerdo al Artículo 30.2 de la Ley 24/2013, del 26 de diciembre del Sector Eléctrico en España [43], una de las funciones del operador del sistema es “la responsabilidad del sistema de medición eléctrico nacional, asegurando su correcto funcionamiento y gestión apropiada y de realizar la tarea de gerente de la lectura de los puntos fronterizos establecidos regularmente”.

Para llevar a cabo lo anterior, desde el año 1998 la Red Eléctrica de España gestiona de manera neutra e independiente el concentrador principal del Sistema de Información y de Medida Eléctrica (SIMEL), y de esta manera asegura un asentamiento económico al convertirse en un mercado abierto y corta las energías con las que comerciaban las distintas partes [44]. Este sistema recibe el registro de los datos energéticos por hora en los más de 27 millones de contadores en España, todos los posibles tipos de conexiones y los puntos de suministro del total de los consumidores.

Adicionalmente, el operador del sistema, de acuerdo con el Artículo 12 del Real Decreto 1110/2007 del 24 de agosto, el cual establece el Reglamento unificado de los puntos de medición del sistema eléctrico, se encarga de la lectura de casi 7.000 puntos fronterizos (datos de setiembre de 2014 de ESIOS), para lo cual [43]:

- Recibe medidas horarias cada día.
- Valida y contrasta la información recibida de distintos orígenes.
- Estima las brechas de acuerdo con lo establecido en los procedimientos operativos.
- Mantiene y actualiza los datos estructurales.
- Ejecuta las inspecciones y verificaciones en las condiciones y plazos establecidos por los puntos de medición del Reglamento unificado.

Como ejemplo de ello se muestra el precio del mercado Spot diario en España el 11/07/2018 a las 23:00, siendo este el equivalente a 61.89 €/MWh, frente a la media del mes de agosto de 64,3 €/MWh [46] casi un 4% más en comparación con el mes anterior y un 36% si lo comparamos con el mismo mes del 2017, según marca la Red Eléctrica de España en sus comunicados diarios [45]. Estos precios vienen subiendo en la mayor parte de Europa desde hace ciertos años atrás, alcanzando un mínimo en marzo de 2016 y batiendo récords de valores máximos en la actualidad, además cabe destacar la superioridad de precios en España frente a sus vecinos Francia y Alemania [47]:

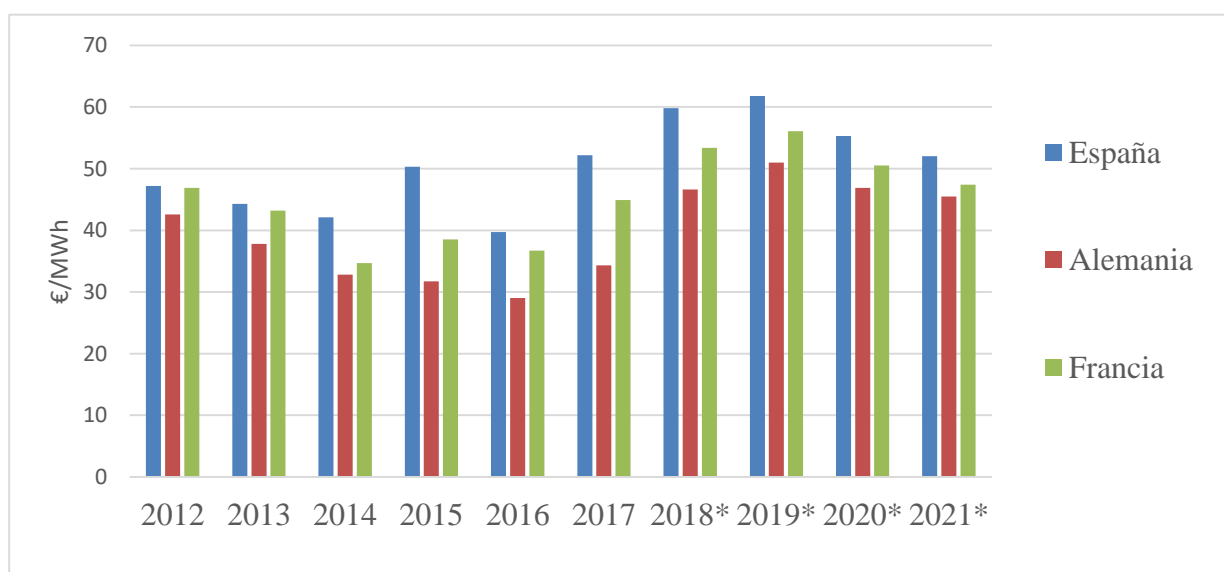


Figura 18

Sin embargo, el precio de la electricidad a pagar por los ciudadanos de este país como particulares, oscila entre los 0,12136 € y los 0,1336 €, con un valor medio de 0,12748 € por kWh [48].

5.2.1 Normas y leyes al crear tu propia energía y/o venderla

A pesar de España tratarse de un país energéticamente dependiente, el ministro de Energía, Álvaro Nadal, ha conseguido el apoyo de Ministros de la Unión Europea al peaje de respaldo de autoconsumo. Esta tasa de la Orden HAP/703/2013 aprobada el 29 de abril tras la reforma del sistema eléctrico por el Consejo de Ministros del Real Decreto [43], que confirma el Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica del modelo 583, también conocida como “el impuesto al sol” o “peaje de respaldo” [49].

Esta regulación afecta a aquellos usuarios que busquen un autoconsumo parcial de electricidad por medio de fuentes de energía propias, focalizándose en los sistemas eólicos o fotovoltaicos. Bien es cierto, que aquellos que consigan un autoconsumo total y por ello no estén conectados a la red o los que produzcan cantidades menores a 10 kilovatios no se aplica este peaje [50].

Aun así, numerosas organizaciones y particulares como ANPIER, la Asociación Nacional de Productores de Energía Fotovoltaica, y Jose Morales, director general de GeoAtlánter y experto en este tema, quien critica que “Esto es impresentable, y mucho más en una situación de máximos históricos de la luz ...” culpando al gobierno porque “... veta una ley porque los ciudadanos dejen de ingresar IVA” [51].

Dando un giro a esta situación, a mediados de este año 2018, una Europa enfocada a la búsqueda de unos objetivos de política energética común, ha aprobado la nueva directiva presentada por la ministra Teresa Ribera, el eurodiputado José Blanco y el comisario de Energía y Clima Miguel Arias Cañete, de erradicar el peaje de respaldo con la prohibición de aplicar cargos al autoconsumo energético hasta 2026.

Las principales ventajas que se encuentran en este nuevo acuerdo que se llevará a cabo a través del Ministerio de Transición Ecológica en adición a la eliminación del impuesto, la multitud de trámites administrativos que precisa el autoconsumo serán omitidos con la aprobación del Real Decreto de accesibilidad y conexión a las redes de transporte. Asimismo, existirá la posibilidad de un autoconsumo colectivo enfocado a aquellos ciudadanos que compartan edificio con otros [52].

Tras el análisis de este tópico y direccionando hacia la implicación que tiene en la generación de energía a través del movimiento mecánico, se demuestra que no influye en el proyecto a desarrollar. Pues el peaje de respaldo y la principal problemática en el gobierno español del autoconsumo energético se centra en la producción de energía a través de fuentes de energía solar con paneles fotovoltaicos o energía eólica.

Aunque la derogación de la directiva de ese “impuesto al sol” esté anulada hasta el 2026 requiere aun de mucho estudio y delicadeza para futuros años. En cambio, el autoconsumo total o parcial debido a fuentes de energía mecánica no requiere todavía de ninguna preocupación en temas legales ni administrativos. La instalación eléctrica de esta realimentación del local en cuestión únicamente supondrá un cambio en el contrato con la compañía eléctrica distribuidora reduciendo la factura o, en el mejor de los casos, la completa anulación de la necesidad de un suministro externo de energía.

6. RENTABILIDAD DEL PROYECTO



6.1. GASTO ACTUAL

El gasto eléctrico que genera el gimnasio “Fit-Up”, será el resultado de todos los aparatos eléctricos conectados a lo largo de un mes. Vamos a suponer un mes sin festivos ni días que cierre el establecimiento. El horario abierto al público consta de 16 horas al día entre semana, los sábados 11h y los domingos 6 horas; haciendo un total de [53]:

$$\left[(16 \text{ h/día}_{\text{entre semana}} \cdot 5 \text{ días}) + 11 \text{ h}_{\text{sábado}} + 6 \text{ h}_{\text{domingo}} \right] \cdot 4 \text{ semanas/mes} = 388 \text{ h/mes}$$

En ese intervalo de tiempo y suponiendo unas características del gimnasio de 230V y 50 Hz, por ser l común en la capital española, el consumo eléctrico proviene de los siguientes dispositivos:

- El gimnasio cuenta con 3 equipos de música cada uno formado por 3 componentes:
 - 1) FBT DLM 26 Digital Loudspeaker Management, con unos datos como los siguientes [54]:
 - 90-240 V
 - 8 ohm
 - 20 Hz
 - 30 W
 - 2) FBT MDS 6240 Music Distribution System de las siguientes características [55]:
 - 50-70-100 V
 - 8 ohm
 - 40 Hz
 - 240 W
 - 3) 2 amplificadores modelo PASO AW5500 como sigue [56]:
 - 30-230 V
 - 8 ohm
 - 50/60 Hz
 - 1 W

Para completar los equipos de música se instalaron 20 difusores acústicos en ABS de la marca FBT Project 660 negros [57], con

- 100V de transformador de línea
 - 8 ohm
 - 40 Hz
 - 60 W/120 W de potencial nominal/máxima; se usará la de 60 W que es la potencia a largo plazo
- 1 Micrófono con funcionamiento a pilas.
 - 1 ordenador de sobremesa ASUS M32CD-SP015T, Intel® Core, con las características que siguen [58]:
 - i5 -6400
 - 8GB RAM

- 1TB
- 65 W
- Luz para iluminar 3.000 m^2 [59], con un sistema de iluminación LED y siguiendo los valores mínimos recomendados de iluminación para locales educativos y asistenciales [60], para un gimnasio se recomiendan de 250 a 500 lux, de los cuales se supondrán 300 lux. Conociendo la conversión:

$$1 \text{ lux} = \frac{1}{683} \text{ W/m}^2$$

Se pueden calcular la potencia necesaria para la superficie deseada:

$$W = \left(300 \text{ lux} \cdot \frac{1}{683} \text{ W/m}^2 \cdot 3.000 \text{ m}^2 \right) = 1.317,72 \text{ W}$$

- 15 ventiladores modelo LHV CATA, con las siguientes características [61]:
 - 230 V
 - 1750 rpm
 - 20 W
- 7 Televisiones TELEFUNKEN 40 pulgadas [62]
 - 100 W
- Tanto las bicicletas como las máquinas instaladas en el establecimiento, no requieren electricidad pues son puramente mecánicas con el único añadido de fuerzas físicas, ya sean resistencias o pesos.

Creando un total de: 4.398,72 W

Lo que equivale a un consumo mensual de:

$$4.398,72 \text{ W} \cdot 388 \text{ h} = 1.706,7 \text{ kWh}$$

Conociendo el, previamente mencionado, precio por potencia consumida actual en España, equivalente a de 0,12748 €/kWh, el gasto eléctrico del gimnasio actualmente antes de instalar el proyecto de estudio:

TOTAL GASTO:

$$1.706,7 \text{ kWh} \cdot 0,12748 \text{ €/kWh} = 217,57 \text{ €/mes}$$

***paga actualmente el gimnasio
Fit Up de Chamberí por el consumo eléctrico***

A estos gastos se les debe añadir el precio fijo de una factura de una compañía eléctrica que para el caso en cuestión ronda los 20 €.

6.2. GASTO INICIAL PROYECTO

Para comenzar con el proyecto, como se ha mencionado previamente, no es necesario ningún trámite administrativo extra ni costoso. Por lo que el precio de inicialización del proyecto será puramente debido a los recursos humanos y materiales de la instalación y mantenimiento.

Recursos humanos:

Debido a la facilidad de construcción de este producto se ha determinado que será suficiente la contratación de un par de personas especializadas para la instalación del circuito de realimentación en una semana. Estimando ciertos precios de mercado similares [63], se calcula un precio aproximado de: 1.500 €

Recurso material:

Suponiendo que el local ya dispone de las bicicletas estáticas necesarias para este proyecto y que se estimará una necesidad de un generador por bicicleta, los gastos requeridos serán para:

- Motor de imanes permanentes que se va a usar como generador eléctrico, en corriente continua. Se modificará el modelo XYD-6B2 de Currie Technologies [64].

- o 24 V
- o 500 W

Se usará un generador por cada bicicleta del gimnasio, para aprovechar la máxima energía potencial a producir.

Precio en ebay: $43,17 \text{ €} \cdot 43 \text{ generadores} = 1.856,31 \text{ €}$

- Batería YUASA YBX5027 027 professional [65]

- o 24 V
- o 600 A
- o 62 Ah

Se estimará una necesidad de 43 baterías, que se cargarán con el uso de los usuarios, porque se procurará que la energía generada se transfiera directamente a la red eléctrica del establecimiento tras pasar por un inversor de corriente.

Precio en Amazon: $96,52 \text{ €} \cdot 43 \text{ baterías} = 4.150,36 \text{ €}$

- Inversor de corriente AUKEY, para transportar la energía almacenada en la batería y usarla para cargar los demás dispositivos del gimnasio [66].

- o 12-230 V
- o 2,4 A
- o 300 W

Se estimará una necesidad de 20 inversores para cada una de las baterías.

Precio en Amazon: $26,99 \text{ €} \cdot 43 \text{ alternadores} = 1.160,57 \text{ €}$

- Materiales extras de tornillos y piezas metálicas [63] 50 €

- Cables pasa corriente [63]: 20 €

- Trámites para lograr la autoproducción: instalación de un contador específico, la ejecución de múltiples estudios y certificados, el alistamiento en un registro de generadores, realización de nuevos acuerdos con la distribuidora. 1.000 € (según los estudios de Ecooo) [67]

TOTAL INVERSIÓN:

9.737,24 €

- También existe la posibilidad de vender la energía producida, aunque existe un impedimento en el país español, donde se debe dar de alta como vendedor de electricidad además de pagar un impuesto por ello. Bien es verdad que se ahorrarían los gastos en productos como las baterías, parte de la instalación y algunos trámites. Aunque se le añadirían otros por el futuro paradero de la electricidad generada.
- Finalmente, la diferencia económica entre crear una energía para el autoabastecimiento del local o darla a alguna entidad benéfica o como ayuda no sería muy dispar. Sin embargo, si se quiere igualar o incluso superar el ahorro que supone la realimentación del gimnasio sería necesario vender la energía generada a otro usuario interesado.

Tiempo de construcción:

Se supondrá la necesidad de la incorporación de los dispositivos de conversión de energía en cada una de las bicicletas del gimnasio, por lo que la instalación se llevaría a cabo aproximadamente en una semana, incluyendo el sistema de realimentación del local.

Beneficio al medio ambiente:

Este sistema de aprovechamiento de la energía convencional, al brindar a la sociedad una alternativa de energía limpia y renovable, esta se ha dado cuenta que con este proyecto se podrá reducir la contaminación al mismo tiempo que cuida su bolsillo y mejora su estado físico.

6.3. GENERACIÓN CASO PRÁCTICO

Si se aplican las ecuaciones previamente mencionadas a un caso real de una clase de *spinning* en el gimnasio de estudio “Fit Up” se encontrarán los siguientes resultados:

Teniendo en cuenta los datos recogidos anteriormente, se puede aproximar la potencia generada en un mes de funcionamiento del gimnasio mediante la siguiente ecuación:

$$Potencia = Resistencia \cdot Cadencia$$

Si comparamos estos resultados con los obtenidos de manera experimental de potencias haciendo distinción entre edades y sexo de potencia generada en una misma hora de ejercicio físico en las bicicletas estáticas de gimnasio, con los calculados en apartados anteriores de manera teórica, se consiguen resultados muy similares. De estas dos vías de cálculo se establece la media resultando una generación de energía media de 600 Wh por usuario, debido a que el nivel de los alumnos en estas clases es de principiantes y nivel intermedio. Debido al rendimiento que ofrecen tanto los generadores, como las baterías y el resto de dispositivos vinculados en el proyecto, se supondrá un rendimiento del 80% de esta energía, generando así:

$$80\% \cdot 600Wh = 480 Wh$$

En cuanto al tiempo, si se tiene en consideración la potencia que consume cada uno en una hora transcurrida en comparación con la potencia mínima que se puede extraer por bicicleta se obtendrá el tiempo que puede cargar una hora de pedaleo cada uno de los dispositivos siguiendo la siguiente ecuación:

$$\frac{480 Wh \text{ (pedaleando una hora)}}{65 Wh \text{ gastados por ordenador}} = 7,38 \text{ horas} = 7 \text{ horas } 23 \text{ minutos}$$

Este es el tiempo que estaría operativo un ordenador con la energía extraída tras una hora de ejercicio en la bicicleta.

De esta manera se puede analizar según el dispositivo el tiempo de uso disponible que tendría con una hora de ejercicio en la bicicleta, de la que se obtendrían 480 Wh contando con los rendimientos.

Dispositivo		Consumo por hora (Wh)	Tiempo encendido con 1h de 1 bicicleta
Equipo de música	Digital Loudspeaker M.	30	16 h 00 min
	Music Distribution System	240	2 h 00 min
	Amplificador	1	480 h 00 min
	Difusor acústico	60	8 h 00 min
Ordenador de sobremesa		65	7 h 23 min
Luz		1.317,72	0 h 22 min
Aire Acondicionado		20	24 h 00 min
Televisión		100	4 h 48 min
TOTAL		4.398,72	0 h 07 min

Tabla 2

Analizando la tabla anterior, se comprueba el tiempo necesario para abastecer el consumo equivalente a 1h de los distintos dispositivos eléctricos del local con 1 hora de pedaleo estándar en una sola bicicleta con esta tecnología. Se puede ver cómo ciertos aparatos son suministrados con 1 hora de pedaleo de una bicicleta obteniendo varias horas de funcionamiento, mientras que otros necesitan o un mayor suministro o que este sea más constante, teniendo para ello unas baterías preparadas para ir alternando con las anteriores para no parar el suministro.

En el resultado final, se observa que con 1 hora de pedaleo en una bicicleta se conseguiría únicamente abastecer 7 minutos de todos los dispositivos del local completo conectados a la vez. Si en vez de una sola bicicleta fuera una clase media de 38, el resultado variaría como sigue:

$$7 \text{ mins} \cdot 38 \text{ bicicletas} = 228 \text{ mins} = 3 \text{ h } 48 \text{ mins}$$

Es decir, que con una sola clase de spinning en el gimnasio Fit Up de Chamberí bastaría para abastecer casi 4 horas del completo consumo eléctrico del establecimiento.

Todo este control se puede hacer con la instalación de un sistema de seguimiento y control que marque los niveles de carga tanto de las baterías como de los dispositivos la duración estimada restante hasta su agotamiento eléctrico.

6.4. AMORTIZACIÓN DEL PROYECTO

Para comprobar la sostenibilidad económica de este proyecto, se han calculado los posibles beneficios o deudas si se lleva a cabo el caso en estudio.

Según las observaciones realizadas sobre los últimos meses de julio, agosto y septiembre, el número de personas inscritas tanto en el gimnasio como en este tipo de clases varía de manera palpable, siendo agosto el mes con menos clientes acudiendo al gimnasio y septiembre su contrario cerca de las 1.500 nuevas inscripciones.

Este gimnasio contiene una única sala de *spinning* integrada por unas 43 bicicletas incluyendo la del profesor, de las cuales en los meses de mayor afluencia una media de 38 de ellas son usadas en las 17 clases semanales que se imparten como se ha podido comprobar experimentalmente (datos registrados en el anexo de tablas),

$$38 \text{ bicicletas} \cdot 17 \text{ clases semanales} \cdot 4 \text{ semanas al mes} = 2.584 \text{ usos de la bicicletas al mes}$$

Con los datos recogidos previamente, se ha llegado a la media de 600 Wh por bicicleta en cada sesión de spinning con un rendimiento del 80% que lo deja en 480Wh, es decir 1.240 kWh producidos en un mes según la siguiente ecuación:

$$480 \text{ Wh} / 1 \text{ uso de bicicleta} * 2.584 \text{ usos de bicicletas} / \text{mes} = 1.240 \text{ kWh} / \text{mes}$$

Siguiendo las estadísticas y datos de la Red Eléctrica de España recogidos en apartados anteriores, el precio de la electricidad en el país y su previsión a los próximos años ronda los 0,12748 €/kWh, lo que supondrá una producción de energía valorada en:

$$1.240 \text{ kWh} / \text{mes} * 0,12748 \text{ €/kWh} = 158,12 \text{ €/mes}$$

Con los resultados finales se establece la siguiente comparativa del suministro eléctrico supuesto del gimnasio “Fit-Up” actualmente, con el estimado utilizando las ventajas energéticas del proyecto presentado:

Actualmente: 217,57 €/mes

Una vez instalado el proyecto, el gasto mensual será de:

$$217,57 \text{ €/mes} - 158,12 \text{ €/mes} = 59,45 \text{ €/mes}$$

Produciéndose así un ahorro del 72,68% al mes, sin contar con la inversión inicial del proyecto únicamente realizada el primer mes de 9.737,24 €

9.737,24 € iniciales + 59,45 € = 9.796,69 € el primer mes
59,45 € a partir del segundo mes

Al no tratarse de un autoabastecimiento completo, no se pueden suprimir los costes fijos de la factura de la compañía eléctrica. En caso de aumentar la generación de energía, se podría estudiar el abolirlos en su totalidad.

6.5. FIABILIDAD DEL PROYECTO

Para asegurar una correcta inversión se debe conocer la principal preocupación del gimnasio, la satisfacción de su propia clientela. Para confirmar la aprobación de este factor influyente de manera directa en el proyecto o “stakeholder”, se llevará a cabo una entrevista a 25 personas del barrio de Chamberí, donde se encuentra el local. Recopilando los resultados en el siguiente diagrama:

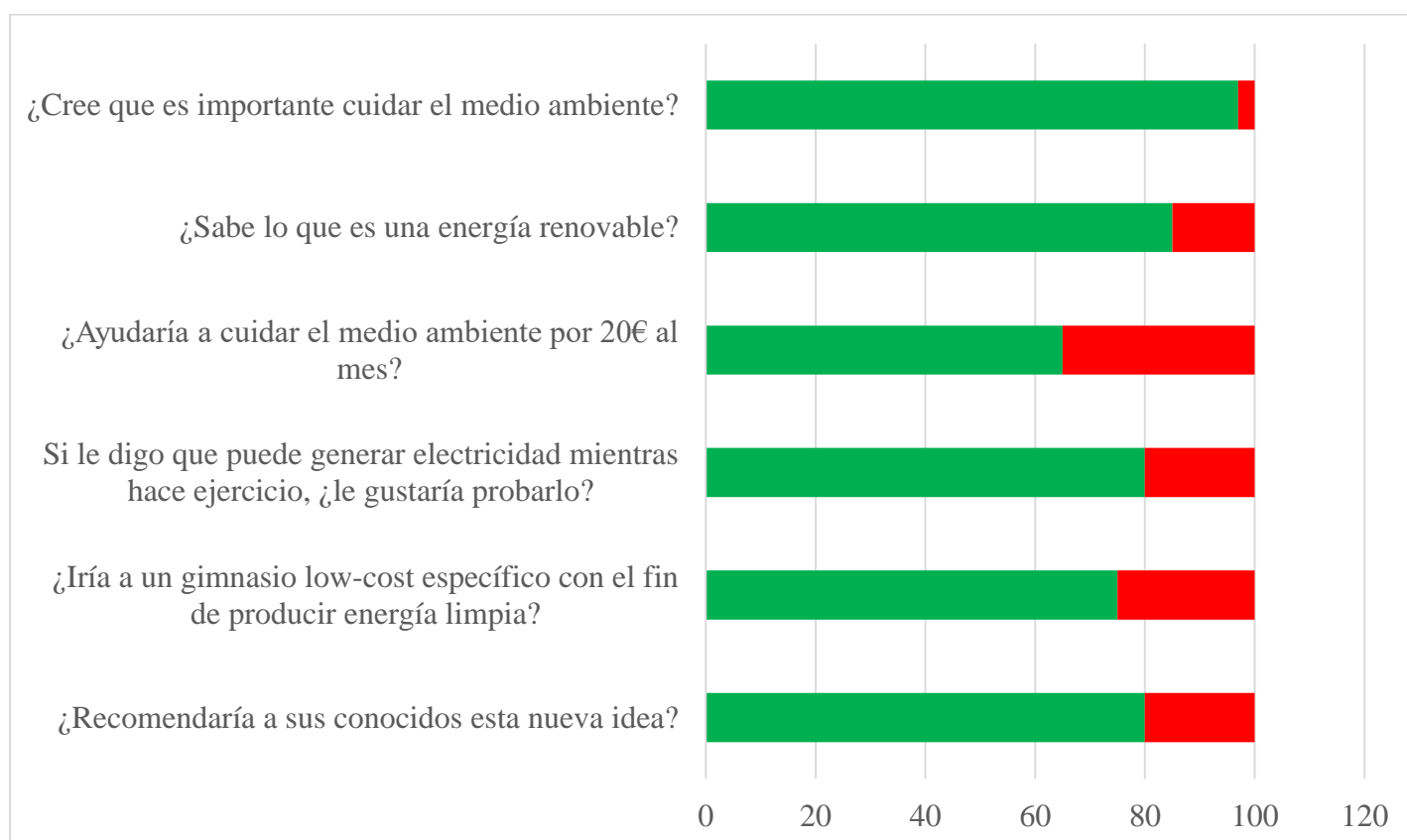


Figura 19

En esta encuesta se puede apreciar cómo las personas potencialmente influyentes en este proyecto son conscientes del impacto que tienen las energías renovables en la sociedad actual. Un 65% de ellas estarían dispuestas a colaborar en la producción de energía no convencional si ello significara pagar 20 € al mes, además, un 75% del total pagaría hasta 30 € mensuales por ser clientes de un gimnasio en el que puedan de manera adicional colaborar en esa generación de energía renovable y así ayudar al medio ambiente.

Como se puede observar, el impacto que tendría la incorporación de un sistema como el del estudio en un gimnasio con las cualidades del “Fit-Up” en Chamberí, no sólo añadiría un factor de satisfacción a su clientela sin necesidad de modificar el precio del servicio, si no que según los resultados de la encuesta obtendría posibles potenciales clientes sólo por la actividad adicional de producir energía renovable.

7. EJEMPLOS DE CASOS REALES



Se han encontrado ejemplos de gimnasios que ya usan la tecnología relativamente modernos, la gran mayoría en los Estados Unidos de América.

Entre ellos se encuentran:

7.1. GREEN GYM, EEUU

Adam Boesel, creador y experto del EcoFitness, inauguró este gimnasio de Oregón, en Estados Unidos el cual consigue un ahorro del 85% de la energía y la décima parte de las emisiones de carbono que un gimnasio tradicional. Tal fue el éxito de esta idea revolucionaria, que se ha aumentado la cadena de este gimnasio ocupando 3 centros en América y uno en Berlín.

La manera en que se ha llevado a cabo este proyecto es conectando tanto las cintas de correr, bicicletas y elípticas a un generador central, que transformará la energía cinética provocada por el esfuerzo de los usuarios de estas máquinas en la electricidad que posteriormente se usará para el autoabastecimiento del centro a través de una red eléctrica general del local.

En este caso, para los momentos de menor producción energética del centro, la electricidad se complementa con unos paneles fotovoltaicos.

Adam Boesel, también ha diseñado y comercializado con modelos que cumplan el mismo objetivo final que el de Green Gym para los hogares particulares. Este kit “do-it-yourself” excusa su elevado precio con la limpia conciencia del cuidado del medio ambiente y eficiencia energética que se verá demostrada en el ahorro eléctrico a largo plazo, entre 850-2.000 dólares americanos costaría únicamente el kit con el añadido de la bicicleta adaptada (a la espera de la patente) que serían otros 2.000 dólares. [68]

7.2. ROCFIT

ROCFIT apuesta por las máquinas de ejercicios que generan energía de SportsArt con sistema Eco Powr.

La corriente continua que genera el ejercicio físico de los usuarios es convertida en electricidad para la red u otro aparato del centro con la ayuda de unos micro transformadores como los de los paneles solares o fotovoltaicos, y así ahorrar un 74% de la energía generada al entrenar. Para su correcto funcionamiento deberán estar conectadas a una red eléctrica de 200-240V. [69]

7.3. TECHNOGYM, CONGRESBURY

Las máquinas ARTIS suministradas por Technogym en Cadbury House en Congresbury, Gran Bretaña, suministran a la red del edificio aproximadamente 100 vatios por hora, usando así un 30% menos electricidad que si se usaran máquinas normales, lo suficiente para abastecer sus propias pantallas de

información de cada aparato, la cual es bastante ya que en ésta son solo aparece la información del ejercicio físico que se realiza sino que en ARTIS se puede acceder a redes sociales y videoconferencias a través de la propia máquina. De esta manera, viendo cómo “el predominio de smart phones ha abierto la forma en la que las personas viven sus vidas, y permitiéndoles gestionar su trabajo y entrenamiento con este tipo de programas es dar un gran paso” según afirma Jason Eaton, general manager de este establecimiento.

Para conseguir adquirir esta electricidad, el usuario no tiene que empezar su ejercicio para encender la máquina de tal manera que se active una dinamo o celda de detención, retroalimentado en el edificio, y comience el proceso de transformación de energía. Las cintas de correr, por otro lado, utiliza una tecnología en el motor sin escobillas que, combinado con materiales de baja fricción, provoca la reducción del 30% en el consumo energético.

En el local en cuestión se efectuó la compra de 42 piezas de este tipo de equipamiento, cuya instalación costó a la empresa 600.000 dólares americanos. [70]

8. CONCLUSIONES



8.1. OBJETIVOS CUMPLIDOS

Finalmente, para concluir, esta idea ha resultado sorprenderme por el alcance y el potencial que puede tener en el mundo industrial. No es sólo un valor añadido a cualquier negocio, tanto éticamente como económicamente hablando, sino que requiere una inversión inicial no excesivamente grande para la cantidad de beneficios que aporta.

Además, dispone de un amplio abanico de posibilidades que oferta múltiples enfoques y caminos que aportan un beneficio a la sociedad. No sólo eso sino que la preocupación en los tiempos que corren no ha hecho más que aumentar vertiginosamente por el impacto cada vez más palpable del cambio climático, y todas las soluciones “eco” se están haciendo un hueco en la sociedad moderna enfocando el razonamiento humano a sobreponer lo ético a lo económico, como se puede ejemplificar en los nuevos vehículos ecológicos que suponen un mayor coste y especialmente un esfuerzo debido a las pocas ayudas aún prestadas para los usuarios de estos automóviles. Pero la visión al futuro y la conciencia va superando el egoísmo industrial y empresarial en el que nos hemos movido últimamente. Es por esto que las personas están más predispuestas a apoyar y recomendar soluciones solidarias con el medio ambiente, y más si se les da la oportunidad de ser partícipes de ese movimiento.

A este movimiento “eco” se le debe añadir el de “fitness” con el potencial crecimiento de gimnasios en los últimos años promoviendo la salud física y mental de las personas. Son, principalmente, estas dos corrientes de pensamiento las que aseguran casi con totalidad el triunfo en cuanto a la satisfacción y atracción pública por este proyecto. Como queda demostrado en la encuesta realizada donde, no sólo se alcanzaría un nivel de satisfacción mayor de los clientes del establecimiento del Fit Up de Chamberí por ser más conscientes del consumo y gasto energético y por poder colaborar en la ayuda al calentamiento global y por tanto al medio ambiente, sino que inclusive podría aumentar la clientela del local por el interés que un añadido así supone en la sociedad actual, y la propia satisfacción de los clientes actuales llevará a una recomendación del gimnasio por incorporar esa novedad y así atraer a un mayor público.

- El proyecto en mención es factible, ya que debido a su capacidad de generar energía eléctrica totalmente limpia y renovable es una de las opciones más rentables para evitar la contaminación medioambiental.

Queda demostrado, a través de múltiples estimaciones y suposiciones que la energía generada por las bicicletas del gimnasio “Fit-Up” de Chamberí en las sesiones de spinning es suficiente para abastecer la necesidad eléctrica de los dispositivos del mismo establecimiento. Se han generado estimaciones tales como la potencia media que generarán los usuarios de las sesiones de ciclo indoor, suponiendo un nivel principiante e intermedio, con la mayor parte de los alumnos rondando las edades de entre 20 y 60 años con una mayoría significativa del sexo femenino. Esto supone un gasto calórico y, por lo tanto, energético durante una hora de ejercicio de esta clase menor genéticamente que si de una mayoría masculina y rondando entre los 10 y los 30 años. Por lo que en caso de existir variaciones en estos aspectos respecto a la realidad serían beneficiosos para las estadísticas del proyecto puesto que los datos de potencia producida por los usuarios del gimnasio serían mayores que las estimadas.

- Por otro lado, es probable que sea necesario un mayor número de baterías o una con mayor almacenamiento para dispositivos con un mayor consumo energético como es la luz de las instalaciones. De esta manera, la batería podría ser cargada durante todo el día la cantidad

suficiente para abastecer este consumo durante una jornada completa. En cuanto a la potencia sobrante, será almacenada para los momentos de picos de consumo del establecimiento, o para los que no haya la producción suficiente para el autoabastecimiento como puede ser en los meses de menor clientela como son julio y agosto.

- En una primera instancia sería de gran interés la adición de una instalación fotovoltaica de placas solares en el establecimiento, por si el autoabastecimiento del local no es total. Si así no depender de una compañía energética a través de la red eléctrica y así mantenerse firme en los valores que definirían al gimnasio con esta tecnología de estar comprometidos con el medio ambiente y promover el “EcoFitness”. Como se ha mencionado en puntos anteriores del trabajo, es el mejor momento para llevar a cabo este tipo de idea, pues el conocido “impuesto al sol” ha sido anulado en junio de este mismo año hasta, de momento, el 2026 dando así margen para la amortización y la completa instalación del circuito.
- Otra forma para aumentar la generación de energía en el local sería el aumento del número de clases o intensidad de las mismas haciendo un estudio previo del impacto potencial de esos cambios en el funcionamiento del gimnasio.

Se debe tener en cuenta que a lo largo del proyecto de estudio no se han tenido en cuenta ninguna pérdida ni en la conversión, ni en el suministro, ni en el transporte de la energía. Lo cual es altamente probable que exista y se deba tener en cuenta para investigaciones más avanzadas.

8.2. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

- Una posibilidad de mejora del proyecto elaborado y tema a estudiar sería la posibilidad de dar un uso distinto a la energía sobrante producida y almacenada en las baterías. Una posibilidad, probablemente más beneficiosa a nivel económico, sería vender esa energía a un tercer organismo, aunque habría que comprobar los trámites legales y administrativos para ello y que no supongan una inversión más grande que los beneficios que pueda conllevar.
- Otra posibilidad sería dar un añadido de solidaridad, no solo con el medio ambiente sino con entidades benéficas mediante la donación de la energía en exceso producida en el gimnasio para su consumo propio. De todas formas, en este caso se debería de estudiar no solo la manera óptima de transportar esta energía a las instalaciones de destino, la cual según la dirección y el planteamiento que ha tenido el proyecto en este primer estudio la manera más sencilla y cómoda sería mediante la prestación de baterías cargadas para suministrar los dispositivos deseados. También se debería tener en cuenta nuevamente todos los trámites legales y administrativos que esto pueda llevar consigo.
- Como añadido a líneas futuras de trabajo, se podría estudiar la posibilidad de usar la tecnología de extracción de energía de movimientos mecánicos y adaptarla a otras máquinas integrantes del gimnasio en cuestión, pues todo lo que tenga una polea entre otros mecanismos, la cual prácticamente todas las máquinas tienen algo de esta índole, se puede incorporar el procedimiento y extraer energía convirtiéndola nuevamente en electricidad para aumentar las cantidades almacenadas de la misma. Bien es cierto que la máquina más eficiente para extraer de esta manera la energía es la estudiada anteriormente, la bicicleta de spinning, adicionalmente a ser de las que más revoluciones por minuto efectúa, la instalación de los dispositivos para la extracción, es decir, el generador conectado a la batería, resultaría más cómoda en ella. De todas formas, otras máquinas

de ejercicio de las que dispone el local tales como la cinta de correr o la elíptica entre otras, prometen dar un valor añadido al autoabastecimiento eléctrico.

- Otro posible avance futuro, como ya han hecho algunos visionarios de esta tecnología como Adam Boesel, creador y experto en este tema en el gimnasio “Green Gym” en Estados Unidos, es crear una línea de negocio con la creación y venta de máquinas de ejercicio que dispongan de esta tecnología incorporada tanto para particulares como para otros gimnasios o centros. Lo que posicionaría al centro en el que se inicie el proyecto como el experto y precursor en esta idea revolucionaria.

En definitiva, este proyecto ha demostrado en una primera instancia su posible validez y mejora tanto a nivel industrial como medioambiental. Además de prometer múltiples mejoras y adiciones a la idea original que darán sin ninguna duda un valor añadido al proyecto. Aún quedan muchas líneas de perfeccionamiento e investigación, pero ha satisfecho plenamente los objetivos de este proyecto y las expectativas que generaba.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Real Academia Española, Diccionario de la lengua española. Recuperado de <http://www.rae.es>
- [2] F General (31 de mayo de 2016). “Definición de Fuente energía”. Definista. Recuperado de <http://conceptodefinicion.de>
- [3] “¿Qué es la energía hidráulica?”. CIEMAT. 2012 Recuperado de <http://twenergy.com>
- [4] “World Energy Assesment: Energy ans the challenge of sustainability” (01,12,2000). UNDP.
- [5] “Cambio Climático: Implicaciones para el Sector Energético. Hallazgos Claves del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático”, (2013). University of Cambridge y el World Energy Council.
- [6] “Funcionamiento: El aerogenerador”. Parque Eólico Experimental Sotavento, Galicia. Recuperado de <http://www.sotaventogalicia.com>
- [7] Dieter Holm, D.Arch. *Un Futuro Para el Mundo en Desarrollo Basada en las Fuentes Renovables de Energía* [archivo PDF]. ISES. Recuperado de https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/paper_ises_dieter_holm.pdf
- [8] “Torres de aerogeneradores”. Danish Wind Industry Association. 31/07/2003. Recuperado de <http://www.windpower.org>
- [9] “¿Qué es la energía solar por concentración?”. Torresol Energy. Recuperado de <http://www.torresolenergy.com>
- [10] García-Badell, J.J. (1983). “Cálculo de la energía solar”
- [11] “La energía solar termoeléctrica podría satisfacer el 12% de la demanda global de electricidad en el año 2050”. Greenpeace. 04/02/2016. Recuperado de <http://archivo-es.greenpeace.org>
- [12] P. Benavente, R. (29/10/2015). “Climatización geotérmica: la alternativa subterránea para ahorrar en calefacción”. El Confidencial: tecnología. Recuperado de <http://www.elconfidencial.com>
- [13] Santoyo, E. y Barragán-Reyes, R.M. (abril-junio, 2010) “Energía Geotérmica”. Academia Mexicana de Ciencias. Recuperado de <http://www.revistaciencia.com.ar>
- [14] Rico, J. (01/10/2007). *Energía de la bbiomasa* [archivo PDF]. Madrid. Ministerio de Indutria, Turismo y Comercio, e IDAE. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10374_Energia_de_la_biomasa_07_28e17c9c.pdf
- [15] “Biomass energy”. National Geographic: Education. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.org>
- [16] Kindelán, J.M. y Martínez-Val, J.M. “El futuro del carbón en la política energética española”. Fundación para Estudios sobre la Energía. Recuperado de <http://www.fundaciongomezpardo.es>

- [17] “El Carbón” World Coal Association. Recuperado de www.worldcoal.org
- [18] Iñesta Burgos, J. y García Fernández, P.A. (2002). “El petróleo: el recorrido de la energía”. Madrid Innova, Repsol YPF y la Consejería de economía e innovación tecnológica de la Comunidad de Madrid. Recuperado de <http://www.fenercom.com>
- [19] “Electricity from: Oil”. New York. PACE University: Pace Energy and Climate Center. Recuperado de <http://www.powerscorecard.org>
- [20] “Las Plantas de Cogeneración”. Energiza. Recuperado de <http://www.energiza.org>
- [21] “Our energy Sources: Fossil Fuels, Natural Gas”. The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. Recuperado de <http://needtoknow.nas.edu>
- [22] Reuters. “Crecimiento de la producción mundial de biocombustibles se desaceleraría al 2023”. LaTercera: negocios. Recuperado de <http://www2.latercera.com>
- [23] “Selected indicators for Spain”. OECD. Recuperado de <http://data.oecd.org>
- [24] “¿Cómo se mide la energía?”. Fundación Descubre: Descubre la energía. Recuperado de: <https://descubrelaenergia.fundaciondescubre.es>
- [25] “Unidades de conversión”. INEGA. Recuperado de <http://www.inega.gal>
- [26] “Definición de potencia”. RAE. Recuperado de <http://www.rae.es>
- [27] EfectoLED (13 de febrero de 2018). “¿Qué es y cómo se calcula la potencia eléctrica?”. Diccionario eléctrico y de iluminación. Recuperado de <http://www.efectoled.com>
- [28] “La Ley de Ohm: Qué es y cómo se aplica”. 11/08/2017. Recuperado de <http://www.tuelectronica.es>
- [29] “Definición de: Potencia Mecánica”. Recuperado de <http://www.definicionde>
- [30] Ángel M., (01/07/2010). “Sistemas de resistencia en bicis de ciclo indoor”. Recuperado de <http://www.foroindoor.com>
- [31] Ricardo, (09 de septiembre de 2014). “Cómo se pedalea en spinning: la cadencia”. Ciclo Indoorize: Hazlo Bien. Recuperado de <http://cicloindoor-izate.com>
- [32] Rodríguez, E.M., (08/05/2016). “Posiciones correctas en el pedaleo de pie en ciclo indoor”. CIM, grupo de información. Recuperado de <http://www.imformacion.com>
- [33] Ricardo. (02 de junio de 2015). “El ciclo indoor y el entrenamiento por potencia”. Madrid: MundoBici. Recuperado de <http://cicloindoor-izate.com>
- [34] Agarwal, T. “Generators – Working, Types & Advantages”. Electronic Projects Focus: The Budding Electronic Engineers Knowledge Space. Recuperado de <https://www.elprocus.com>
- [35] *Basic AC Electrical Generators* [archivo PDF]. Recuperado de http://www.asope.org/pdfs/AC_Electrical_Generators_ASOPE.pdf
- [36] Klempner, G. y Kerszenbaum, I., (2004), *Operation and Maintenance of Large Turbo Generators*, John Wiley & Sons, Inc.

- [37] Alwash, S.M., *D.C. Generators* [archivo PDF]. Babilonia. Lecture Notes University of Babylon. Recuperado de http://www.uobabylon.edu.iq/uobcoleges/ad_downloads/4_17925_628.pdf
- [38] Henry, J., (30 de mayo de 2015), *Dynamo*. Princeton University. (<https://www.princeton.edu/ssp/joseph-henry-project/dynamo/Dynamo.pdf>)
- [39] “Michael Faraday”. Biorafías y Vidas. Recuperado de: <https://www.biografiasyvidas.com>
- [40] International Energy Agency. Recuperado de <https://www.iea.org>
- [41] “Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo. Estrategia Europea de la Seguridad Energética”. Bruselas. Comisión Europea. 28/05/2014.
- [42] “Spain-Energy System Overview. Energy and Carbon Intensity”. IEA 2016. Recuperado de <http://www.iea.org>
- [43] Documento oficial del Estado. BOE. Recuperado de <http://www.boe.es>
- [44] “Medidas eléctricas”. Red Eléctrica de España. Recuperado de <http://www.ree.es>
- [45] Datos actualidad. Red Eléctrica de España. Recuperado de <http://www.ree.es>
- [46] López de Benito, J., (04 de septiembre de 2018). “Según el barómetro energético, el precio medio del mercado diario del mes de agosto ha sido de 64,3 €/MWh”. Informes, Mercado Eléctrico. Recuperado de <https://www.energynews.es>
- [47] *Quarterly Report on European Electricity Markets* [archivo PDF]. (2018). Market Observatory for Energy, DG Energy. Recuperado de https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/quarterly_report_on_european_electricity_markets_q1_2018.pdf
- [48] “¿Cuánto ahorro en la factura eléctrica?”. Selectra. Recuperado de <http://www.tarifasgasluz.com>
- [49] Cruz Peña, J., (19 de diciembre de 2017). “El Consejo Europeo avala el “impuesto al sol” del autoconsumo eléctrico en España”. El Confidencial: Economía. Recuperado de <https://www.elconfidencial.com>
- [50] Martínez, V., (18 de octubre de 2015). “¿Quieres generar tu propia luz? Aquí tienes todo lo que debes saber”. El Mundo: Economía. Recuperado de <http://www.elmundo.es>
- [51] ““El Gobierno vetó la ley de autoconsumo porque dejaba de ingresar el IVA”: Jorge Morales critica el impuesto al sol”. La Sexta: Más vale tarde. Recuperado de <https://www.lasexta.com>
- [52] Imaz, E., (28 de junio de 2018). “España triplicará los MW de autoconsumo sin el “impuesto al sol””. SotySolar: Blog Autoconsumo y Energía Solar. Recuperado de <https://sotysolar.es>
- [53] “Horario clases Fit Up Chamberi”. Fit Up Chamberi. Recuperado de <http://www.fitupweb.es>
- [54] *FBT DLM 26 User Manual* [archivo PDF]. FBT Elettronica SpA. Recuperado de <http://www.fbt.it/documents/31106/395437/User+Manual+DLM+26/79216e41-5dc7-4f10-8337-05dc6364737a>

- [55] *FBT Audio Contractor MDS 6120/6240* [archivo PDF]. FBT Elettronica SpA. Recuperado de http://www.fbt.it/documents/31106/1078199/MDS+6120_6240.pdf/0024305c-a898-4f2a-9204-0910e6be6257
- [56] *PASO Sound System Specialist AW5512, AW5524 & AW5548* [archivo PDF]. PASO. Recuperado de http://www.pasohelp.com/PASO_man/AW5500serie_11-632.pdf
- [57] “FBT Project 660 Diffusore Acustico in ABS”. FBT Elettronica SpA. Recuperado de <http://www.fbt.it>
- [58] “ASUS VIVOPC M32CD-SP015T 2.7GHZ i5-6400 TOWER 6TH GEN INTEL CORE i5 BLACK, GREY PC*”. Intel. Recuperado de <https://www.intel.es>
- [59] “La cadena de gimnasios low cost Fit Up abre su 5º centro Equinoccio Majadahonda”, (20 de septiembre de 2018). Majadahonda Magazin. Recuperado de <https://majadahondamagazin.es>
- [60] “Niveles de iluminación recomendados (Iluminancia) Para interior y exterior”. National Optical Astronomy Observatory. Recuperado de <https://www.noao.edu>
- [61] “Extractor de aire LHV”. CATA. Recuperado de <http://www.cata.es>
- [62] TV LED Smart Tv 40” TELEFUNKEN SOMNIA40DSTV – FHD. Recuperado de <http://www.worten.es>
- [63] *Presupuesto parcial nº1 INSTALACION ELECTRICA B.T. Instalaciones para edificio destinado a escuela de adultos* [archivo PDF]. Alaior. Recuperado de <http://www.alaior.org/Documents/Edictes/docum/574.pdf>
- [64] “500 Watt 24 Volt XYD-6B2 Electric Motor Currie Technologies w Base for Scooter”. Recuperado de <https://www.ebay.com>
- [65] “Yuasa-Batería yuasa 027 professional”. Recuperado de <http://www.amazon.es>
- [66] “AUKEY Inversor de Corriente 300W, 12V a 230V, 1 AC Toma & 2 USB Puertos 2,4ª para Smartphone, Tablet, Ordenadores Portátiles y otros Aparatos Domésticos y Dispositivos”. Recuperado de <http://www.amazon.es>
- [67] “Autoconsumo”. Ecoooo. Recuperado de <http://www.ecooo.es>
- [68] Perez, M.A. (12 de agosto de 2015). “Convertir el ejercicio físico en energía eléctrica, así funciona Green Gym”. Blogthinkbig. Recuperado de <https://blogthinkbig.com>
- [69] Cacheiro, L. (2 de noviembre de 2016). “Máquinas de ejercicios que generan energía”. ROCFIT: Máquinas fitness. Recuperado de <http://rocfite.com>
- [70] Edmonds, L. (24 de septiembre de 2013). “World’s first self-powering gym uses energy from your workout to the lights on”. Mail Online. Recuperado de <http://www.dailymail.co.uk>
- [71] Madrid: ABC Economía. Recuperado de <http://www.abc.es>
- [72] Soto, R. (23 de marzo de 2016). “El gimnasio que convierte tu esfuerzo en energía eléctrica”. Diario Ecología. Recuperado de: <https://tecnolucion.com>

ANEXO A. GLOSARIO

RAE	Real Academia Española
SI	Sistema Internacional
UC3M	Universidad Carlos III de Madrid
TFG	Trabajo de Fin de Grado
IPCC	Grupo Gubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IVA	Impuesto sobre el Valor Añadido
NREL	National Renewable energy Laboratory
UNDP	United Nations Development Programme
CSP	Concentrating Solar Power
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
IEA	International Energy Agency
TPES	Total Primary Energy Supply
UNEF	Unión Española Fotovoltaica
UE	Unión Europea
ANPIER	Asociación Nacional de Productores de Energía Fotovoltaica
WEC	Consejo Mundial de Energía
WREC	Consejo Mundial de Energía Renovable
ISES	International Solar Energy Society
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
INEGA	Instituto Enerxético de Galicia

ANEXO B. TABLAS DE DATOS

Tabla de datos 1: Energía hidráulica, estimación de las variaciones a nivel global producidas por el cambio climático en el año 2050.

Región	Capacidad instalada en 2005 (GW)	Electricidad generada en 2005 (TWh/año)	Variación en el 2050 (TWh/año)
África	22	90	0.0
Asia	246	996	2.7
Europa	177	517	-0.8
Norte América	161	655	0.3
Sudamérica	119	661	0.3
Oceanía	13	40	0.0
TOTAL	737	2931	2.5

Fuente: Hamududu and Killingtveit, 2010

Tabla de datos 2: Energía solar, crecimiento potencial de la generación de electricidad de CSP hasta el 2050.

Tipo de escenario y año	Producción eléctrica de CSP (TWh/año)				
	2000	2010	2020	2030	2050
IEA escenario de referencia 2008	N.A.	N.A.	N.A.	<15	25
IEA ACT Map 2008	N.A.	N.A.	N.A.	625	890
IEA BLUE Map 2008	N.A.	N.A.	N.A.	810	2080
Greenpeace escenario de referencia 2010	0.63	5	38	121	254
Greenpeace escenario de revolución 2010	0.63	9	321	1447	5917
Greenpeace escenario avanzado 2010	0.63	9	689	2734	9012

Fuente: IEA, 2008; Greenpeace and EREC, 2007.

Tabla de datos 3: Capacidad instalada de generar electricidad a partir de fuentes de energía renovables (gigavatios, GW) en 1995, 2008, 2009 y 2010.

Generación de Potencia*	Existentes a finales del 1998 (UNDP et al. 2000)	Existentes a finales del 2008 (REN21, 2009)	Existentes a finales del 2009 (REN21, 2010)	Existentes a finales del 2010 (REN21, 2011)
Hidráulica	665GW	945GW	980GW	1010 GW
Biomasa	40 GW	52 GW	54 GW	62 GW
Eólica	10 GW	121 GW	159 GW	198 GW
Geotérmica	8 GW	10 GW	11 GW	11 GW
Solar PV	0.2 GW	13 GW	21 GW	40 GW
Solar concentrada	0.3 GW	0.5 GW	0.6 GW	1.1 GW
Oceánica	0.3 GW	0.3 GW	0.3 GW	0.3 GW

*Para comparar: en 2008 la capacidad total instalada de generación eléctrica era de 4700 GW.

Fuente: UNDP et al. 2000; RNE21, 2009; 2010; 2011.

Tabla de datos 4: Producción de MW de las diferentes fuentes de energía en España, datos recogidos del 2016

Producción	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Solar	445	851	1.414	2.095	3.193	4.858	6.679	7.599	7.445
Térmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biocombustibles y residuos	4.130	4.315	4.851	5.088	5.441	6.313	6.375	7.240	7.260
Electricidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbón	7.966	7.450	6.453	6.049	4.194	3.296	2.461	1.628	1.246
Nuclear	16.211	16.422	16.576	15.669	15.369	16.155	16.019	14.934	14.934
Hidráulica	2.430	1.825	2.673	2.232	2.009	3.638	1.767	3.369	2.420
Aceite crudo	231	322	260	142	129	125	145	311	236
Productos oleos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas natural	148	467	309	63	14	45	52	21	54
TOTAL	31561	31652	32537	31339	30350	34430	33498	35101	33596

Fuente: IEA Balances de Energía en España 2017

Tabla de datos d5: Usos de distintos tipos de combustible en España comparadas con la media de la IEA en 2016

Combustible	TPES (%)	Media IEA* (%)	Rango IEA (%)		Electricidad (%)	Media IEA (%)	Rango IEA (%)
Carbón	9	17	0-69		14	28	0-84
Petróleo	42	36	7-58		6	2	0-10
Gas	21	27	2-40		19	27	1-51
Hidráulica	3	2	0-43		13	13	0-96
Nuclear	13	10	0-44		22	19	0-73
Biocombustibles	6	6	2-27		2	3	0-26
Eólica	4	1	0-7		18	6	0-42
Geotérmica	0	1	0-23		0	0	0-18
Solar	3	1	0-3		5	2	0-13

Fuente: IEA Balances de Energía en España 2017

*Media IEA: suministro total por combustible/TPES** de 29 países de la IEA

**TPES: suministro total de energía primaria

Tabla de datos 6: Número alumnos de las clases de spinning del gimnasio Fit-Up clasificados por edad y género.

Día	Género		Rango Edad	Total alumnos
	Masc.	Fem.		
10/05/2018	15	23	20-40	38
15/05/2018	18	21	20-40	39
20/05/2018	13	24	20-40	37
25/05/2018	14	22	20-40	36
30/05/2018	15	24	20-40	39
05/06/2018	9	26	20-40	35
10/06/2018	11	29	20-40	40
15/06/2018	16	22	20-40	38
20/06/2018	12	24	20-40	36
25/06/2018	17	22	20-40	39
Media	14	24	20-40	38

Fuente: datos experimentales.

Según se puede comprobar en los resultados obtenidos, la media de alumnos en una clase de spinning en el gimnasio Fit-Up de Chamberí en Madrid es de 38 alumnos, con un porcentaje medio de 63,16% de mujeres y el 36,84% restante del sexo masculino. Siendo casi el 100% correspondiente al rango de entre 20 y 40 años.

Tabla de datos 7: Resultados para una hora de actividad de una persona entre 20-40 años y sexo femenino.

Día	10 min (kcal)	20 min (kcal)	30 min (kcal)	40 min (kcal)	50 min (kcal)	60 min (kcal)	Final (kcal)	Final Energía (Wh)
10/05/2018	49	102	208	320	425	530	530	616,28
15/05/2018	47	103	212	317	429	536	536	623,26
20/05/2018	48	97	211	316	426	531	531	617,44
25/05/2018	49	101	209	317	429	533	533	619,77
30/05/2018	46	102	208	323	424	532	532	618,60
05/06/2018	50	99	210	318	428	535	535	622,09
10/06/2018	48	100	214	315	427	534	534	620,93
15/06/2018	47	98	213	314	426	532	532	618,60
20/06/2018	47	99	207	313	425	533	533	619,77
25/06/2018	49	106	209	316	428	531	531	617,44
Media	48,0	100,7	210,1	316,9	426,7	532,7	532,7	619,42

Fuente: datos experimentales.

*1Wh = 0,86 kcal·h

Tabla de datos 8: Resultados para una hora de actividad de una persona entre 40-60 años y sexo masculino.

Día	10 min (kcal)	20 min (kcal)	30 min (kcal)	40 min (kcal)	50 min (kcal)	60 min (kcal)	Media (kcal)	Media Potencia (W)
10/05/2018	31	90	153	276	342	410	410	476,74
15/05/2018	33	91	154	278	346	415	415	482,56
20/05/2018	30	89	151	275	341	409	409	475,58
25/05/2018	29	88	150	273	339	408	408	474,42
30/05/2018	31	91	153	277	345	414	414	481,40
05/06/2018	32	92	155	279	347	416	416	483,72
10/06/2018	30	90	153	276	344	414	414	481,40
15/06/2018	28	86	149	271	338	407	407	473,26
20/06/2018	31	90	152	276	345	415	415	482,56
25/06/2018	29	88	150	274	343	411	411	477,91
Media	30,4	89,5	152,0	275,5	343,0	411,9	411,9	478,95

Fuente: datos experimentales.

*1Wh = 0,86 kcal·h

Tabla de datos 9: Spinning Energy Zones Heart Rate Chart

EDAD	Recuperación 50-65% MHR	Resistencia 65-75% MHR	Fuerza 75-85% MHR	Intervalo 65% MHR-Máx. Esfuerzo	Día Carrera 80% MHR- Más Esfuerzo
20-23	97-126	126-146	146-165	126-178	155-178
24-27	96-124	124-143	143-163	124-176	153-176
28-31	94-122	122-141	141-160	122-173	151-173
32-35	93-121	121-139	139-158	121-171	148-171
36-39	91-119	119-137	137-155	119-168	146-168
40-43	91-117	117-135	135-153	117-166	144-166
44-47	89-115	115-133	133-151	115-163	142-163
48-51	87-113	113-131	131-148	113-160	140-160
52-55	86-112	112-129	129-146	112-158	137-158
56-59	84-110	110-127	127-143	110-155	135-155
60-63	83-108	108-125	125-141	108-153	133-153
64-67	82-106	106-122	122-139	106-150	131-150
68-70	80-104	104-120	120-136	104-148	128-148
71-73	79-103	103-119	119-135	103-146	127-146
74-77	78-102	102-117	117-133	102-144	125-144
78-81	77-100	100-115	115-130	100-141	123-141

Fuente: spinning.eu/energy-zone-chart

ANEXO C. ENCUESTA A USUARIOS

Encuesta realizada a 25 usuarios o posibles futuros usuarios de las bicicletas de la actividad de *spinning* en el gimnasio “Fit-Up” en el barrio de Chamberí.

1. ¿Cree que es importante cuidar el medio ambiente?

97% Sí 3% No

Interpretación de los resultados: El 97% del público de la encuesta está comprometido con el medio ambiente.

2. ¿Sabe lo que es una energía renovable?

85% Sí 15% No

Interpretación de los resultados: El 85% de las personas encuestadas han profundizado o son más conscientes de las posibles soluciones a la explotación de recursos.

3. ¿Ayudaría a cuidar el medio ambiente por 20€ al mes?

65% Sí 35% No

Interpretación de los resultados: El 65% está en un nivel de compromiso del medio ambiente que ayudaría económicamente en su saneamiento.

4. Si le digo que puede generar electricidad mientras hace ejercicio, ¿le gustaría probarlo?

80% Sí 20% No

Interpretación de los resultados: El 80% de los encuestados muestran un interés común entre el ahorro eléctrico y la actividad y/o salud física.

5. ¿Iría a un gimnasio *low-cost* específico con el fin de producir energía limpia?

75% Sí 25% No

Interpretación de los resultados: El 75% de las personas participantes en la encuesta acudirían a un gimnasio con el objetivo añadido de cuidar el medio ambiente, ya sea este el único objetivo o no.

6. ¿Recomendaría a sus conocidos esta nueva idea?

80% Sí 20% No

Interpretación de los resultados: El 80% de los encuestados se han mostrado abiertos y curiosos con la presentación de la nueva idea. Y alcanzan un punto satisfacción tal que recomendaría el gimnasio que adquiriera esta tecnología a sus conocidos.